水平定向钻进铺管
三维设计系统

使用手册

上海佳友市政建筑有限公司 联合研制
中国地质大学（武汉）

前　言

非开挖铺管技术是20世纪末全球兴起的新技术方法。它以不污染环境、不影响交通、对地层结构破坏小、施工安全可靠、周期短、社会效益与经济效益显著等技术优势受到了国内外相关行业的关注。从总体上看，我国对非开挖技术的应用研究仍处于起步阶段，与国外相比差距较大，但随着我国经济的高速发展，非开挖技术已成为一个巨大的产业。水平定向钻进技术是非开挖技术应用中的主要技术，广泛应用于城市地下管网建设及大型穿越项目。

随着全国建设步伐的不断加快，地下建筑和构筑物、地下交通及地下管线对地下土地资源和空间的争夺日趋剧烈，非开挖定向钻进铺管技术在地下管线铺设工程中显得越来越重要，而精确地控制导向钻孔的轨迹则是有效利用地下空间、避开各种地下设施、准确铺管的关键所在。

导向孔轨迹设计方案是否可行、合理、优化直接关系着导向钻进施工的难易程度、施工效率和工程造价等问题，是科学地进行导向钻进非开挖铺管工程施工的前提。目前，像“直线－圆弧－直线－圆弧－直线”等形式的导向孔轨迹设计方法大多都与具体的工程实际相脱离，合理性和可操作性较差。如：钻孔的弯曲强度一般都是通过经验公式确定，并没有考虑实际地层、钻具等因素的影响；设计的轨迹往往都是理论中理想的钻孔轨迹路线，且没有提供相应的导向控制指导方案，给工程施工带来了较大的困难，导致施工钻孔轨迹与设计轨迹相差较大。为了确保地下管线铺设位置的精确性，在进行管线铺设之前必须对轨迹进行合理优化的设计，而优化设计的内容必须符合某些给定的技术规范、行业标准和工程实际，以符合对地下空间的整体规划与监控。

为了保证合理有效地配置地下空间资源，“非开挖”埋设地下管线设计是“非开挖”埋设地下管线正确性的有力保障。为了设计出较符合实际工程施工情况的导向孔轨迹，降低施工难度，提高施工效率，增强非开挖铺管工程施工的科学性，促进我国非开挖铺管技术的发展，在大量的工程实践和科学研究的基础上，中国地质大学（武汉）非开挖课题组和上海佳友市政建筑有限公司联合开发了“水平钻进定向钻进铺管三维设计系统”软件。

本“水平定向钻进铺管三维设计系统”软件是在“水平钻进导向孔轨迹三维模拟及辅助设计系统”软件1.0版的基础上深入研究开发出的，专业为非开挖铺管轨迹设计部门服务。软件对诸多的专业知识进行了智能化的处理，从而降低了对设计人员有关非开挖方面专业知识的要求，即不必因为不知道某个特定的技术参数而专门花费精力去查找。软件还对相关内容进行了规范化开发处理，例如：在管线这一模块内，该软件可以直接与AutoCAD文件间进行地下管线的导入和输出，同时可以获取拟铺设管线的出入土点绝对坐标，并可在AutoCAD中生成设计轨迹线以供打印输出。同时，该软件还进行了人性化的处理，提供了回拖力计算值，以供钻机选型及方案设计使用；提供了概预算相关参数值，以供建设方招标或施工规划参考。此外，在其它多种功能的配合下，该软件为新铺设的管线提供了更加详尽的设计信息及控向方案，有利于城市地下管线的综合管理及资源共享。

作为初具规模的“水平定向钻进铺管三维设计系统”，难免存在不足之处，欢迎用户给我们提出宝贵的修改意见，同时我们会尽最大的努力尽快完善、增强该套软件的功能和稳定性，力求以更完美的辅助分析能力，全面、科学地指导水平定向钻进设计和施工的全过程，使其具有更大的实际应用价值。

编 者

2008年4月20日

序 言

随着社会的发展，非开挖铺管技术的应用日益广泛，应用领域越来越广，技术手段越来越成熟，技术方法也越来越多。但是作为一个新兴的行业，非开挖行业中还有诸多需要发展的因素，整个行业技术和规范的发展空间还很广阔。各种因素中，非开挖铺管轨迹是关键的问题所在，但由于现在国内还没有一个全面、统一的规范来引导和约束非开挖铺管的具体内容，致使在国内很多非开挖工程是直接施工，而后再根据实际轨迹补生成工程设计轨迹资料，并没有按照建设工程的流程完成铺管建设，会为地下铺管的后续留下很多隐患。

本“水平定向钻进铺管三维设计系统”软件是在“水平钻进导向孔轨迹三维模拟及辅助设计系统”软件 1.0 版的基础上进行深入研究后开发所成的，专业为非开挖铺管轨迹设计部门服务。软件的操作界面更具人性化、专业知识愈加智能化、内容更加规范化，包括完整的设计流程，为铺管建设的建设方、设计方和施工方提供了诸多的建设参考信息，也为地下管线的资源共享和城市地下资源的综合管理提供了良好的途径。

本软件结合了 VC++ 6.0、VS.net2002、ObjectARX2004、OpenGL 三维图形接口和 AutoCAD2004 编写，按照非开挖铺管轨迹设计要求，新增了原有管线和多种轨迹的 CAD 文件数据导入和输出功能、回拖力计算功能和符合设计轨迹情况的工程概预算功能，在三维视图的显示中还增加了地层的半透明状三维显示，为非开挖铺管轨迹设计提供了更全面、更直观、更精确、更便利的平台。

“水平定向钻进铺管三维设计系统”软件在“水平钻进导向孔轨迹三维模拟及辅助设计系统”软件 1.0 版的基础上开发，借鉴了诸多前人的成果，并在开发中遇到了一定的限制，因而难免存在不足之处，欢迎用户给我们提出宝贵的修改意见，同时我们会尽最大的努力尽快完善、增强该套软件的功能和稳定性，使其具有更大的实际应用价值，为非开挖铺管行业的发展贡献一份薄力。

编 者

2008 年 4 月 20 日

目 录

第一章　概 述

第一节 软件的特点及功能

一、软件的特点

“水平定向钻进铺管三维设计系统”是一套全三维、量化的非开挖导向孔轨迹计算机模拟仿真辅助设计软件。软件采用 VC++ 6.0 和 OpenGL 三维图形接口编写，按照具体的工程建立全三维量化的施工环境模型，根据地层、地下管线及机械设备情况进行导向孔轨迹模拟控制仿真设计和智能辅助设计，并提供相应的导向控制指导方案，保证了设计轨迹的合理性和可操作性，为非开挖导向孔轨迹的优化设计提供了全新的设计理念和操作平台。

该软件具备 AutoCAD 管线数据的交互导入、输出功能，可实现与城市管网资源的共享；能够实现导向孔轨迹三维动态模拟控制设计和复杂工程环境下的智能自动设计，并提供相应的导向孔轨迹控制指导方案；该系统还具有回拖力计算和成本概预算功能模块，可以为建设方提供招投标依据，并可为施工方提供指导性建议和参考标准。

该软件主要具有以下特点:

1、界面友好，操作简单、方便;

2、非开挖水平定向钻进导向孔轨迹的三维可视化模拟仿真设计，突破了传统的设计理论，提出了全新的设计理念和操作平台，有利于城市地下管线的综合管理;

3、根据具体工程的实际情况，自动生成符合要求的导向孔轨迹，减少了轨迹设计的复杂操作，省时、省力、优化;

4、提供了导向孔轨迹相应的导向控制指导方案及包含设计结论在内的设计文件，使轨迹的设计和轨迹的实际施工紧密结合，保证了设计轨迹的合理性和可操作性;

5、运用计算机数值模拟仿真技术，建立全三维量化施工环境模型，为导向孔轨迹的设计提供了真实的设计环境，保证了轨迹设计的真实性;

6、地貌、地下障碍物、原有管线及钻孔轨迹三维立体可视化显示，可任意调整观看视点，三维视图可移动、旋转和缩放;

7、三维及二维视图模式随意切换;

8、在同一工程内，可同时多条（多达 3 条）导向孔轨迹设计，可满足不同工程的需要;

9、在轨迹设计过程中，具有倾角和深度检测、超前预警、扩孔预判断等功能，人性化、精确化地辅助完成设计;

10、CAD 文件识别、导入和输出功能，减少了人工管线数据输入操作和轨迹生成操作的繁琐性，确保了导入和输出数据的规范性和精准性，还有助于资源的共享;

11、具备两种回拖力估算方法，可具体根据实际工程情况选择算法，为钻机吨位选择提供参考依据;

12、根据多种基本参数对工程成本估算，可为工程建设方招标提供参考;

13、具有软件使用和工程文档资料密码保护功能，重要工程资料不可随意更改;

14、所见即所得的打印功能，可根据需要可以打印输出所需数据、图形和文件;

15、具有修改和只读两种打开模式，满足不同权限的需求;

16、本软件为有偿使用软件，使用时需注册。

二、软件功能综述

该软件所具有的功能及相关说明:

1、建立非开挖工程的全三维量化施工环境模型。对于一个具体的非开挖铺管导向钻进工程，这里所指的施工环境主要包括以下几个方面:

（1）施工区域的地貌、地形（高程）和地层情况。施工区域是施工场地长度、宽度和

深度的范围，地貌主要包括草地、人行道、公路和河流四种类型;

（2）施工区域内原有地下管线的分布情况;

（3）可能对施工产生干扰的地表建筑物情况，由平面位置坐标和长、宽、

高参数确定;

（4）地层分布的半透明状显示。

2、管线的表示方式符合国家地下管线相关规范的规定。其中包括管线的类型与所用颜色的对应，管线的类型包括了给水管、排水管、燃气管、电力管等。确定地下管线类型和空间位置参数可以根据物探资料逐条手动录入，也可以以 EXCEL 文件形式导入，或者通过 CAD 文件的方式导入。需要输入的参数有管线相对所选参照点的距离、管线交角、偏距和深度、直径、管形和管线所属类型，其中管形目前只预设两种——圆管和方管。

3、导向孔轨迹模拟钻进仿真设计。能够模拟司钻人员操作导向钻机进行水平钻进施工（包括对钻机回转和顶进的控制），进行导向孔轨迹的设计，确定最优导向孔轨迹和施工方案。在模拟钻进过程中，能够实时、动态地提供钻头的当前位置和进尺、俯仰角、面向角、偏角和偏距等状态参数。顶进时，按“12 点”法设置钻具面向角。

4、导向孔轨迹智能设计。通过特定的算法，软件根据所输入的控制点和轨迹设计要求自动生成导向孔轨迹，并提供相应的导向控制指导方案，这使软件具备了“傻瓜”式的便捷设计功能。

5、为所设计的导向孔轨迹提供相应的导向控制指导方案。导向控制指导方案使轨迹的设计和轨迹的实际施工紧密结合起来，该导向控制方案提供了完成该轨迹导向钻进施工的全过程，包括的信息有：钻进状态（回转/顶进）、钻杆根数、进尺、水平距离、深度、俯仰角、面向角、偏角（方位角）、偏距。

6、同一工程多条（多达 3 条）导向孔轨迹设计，满足不同工程的需要。

7、具有倾角和深度检测功能。启动倾角检测功能后，当钻具的倾角达到设置值时，自动停止钻进，等待处理；启动深度检测功能后，当钻具的深度达到设置值时，自动停止钻进，等待处理。

8、在模拟钻进过程中，能够超前十米（可以通过编程设置）对钻进情况进行预测。在以当前钻进状态（回转或顶进）继续钻进十米的过程中，如果将会钻到原有地下管线或者钻孔距原有地下管线外壁的距离不满足最终的扩孔要求时，系统会发出警告信息，告知继续钻进可能会发生的情况，并要求改变钻进状态。

9、在模拟钻进过程中，当钻头穿过原有地下管线时，提示钻孔与原有管线

外壁的距离，并对是否能满足最终的扩孔要求进行判断。

10、当钻头导出地表时，自动停止钻进，并确定该导向孔的最终允许扩孔直径（包含安全系数在内）。

11、具有重新模拟和对之前的模拟进行回放的功能，可以更改和重现导向钻进过程。

12、具有三个三维视图模式，包括透视图、剖面图和平面图。透视图模式可以对场景进行任意的缩放、旋转和移动；剖面图模式为与地面垂直并与设计轨迹轴线相平行的截面图,在该视图下进行模拟导向钻进最佳;平面图亦是俯视图，反映了原有地下管线和导向孔轨迹在水平面上正交投影的情况。

13、具有二个二维视图模式，剖面图和平面图。在二维视图中能够添加文字标注信息，能够分别设置横向和纵向显示比例，作为导向孔轨迹的设计图，能够按比例打印输出。

14、具有与 CAD 文件的交互导入和输出的功能:

（1） 能够识别和读取规定格式 CAD 文件中的管线数据;

（2） 可通过在给定的管线规划 CAD 文件中对出入土点位置的拾取得到穿越长度及穿越轨迹出入土点绝对坐标;

（3） 能够将已有的智能设计轨迹、模拟轨迹、实际轨迹以及入土坑、出土坑和地下管线通过 AutoCAD2004 软件以 1: 1 的比例形成剖面图的功能;

（4） 在管线数据由 CAD 文件导入的前提下，具有将形成的智能设计轨迹、模拟轨迹通过 AutoCAD2004 软件回输出至原有 CAD 文件并形成剖面图的功能。

15、具有设计辅助功能:

（1）具有卸荷拱土法和净浮力计算法两种模型对智能设计轨迹和模拟轨迹进行回拖力的计算;

（2）具有根据智能设计轨迹和模拟轨迹确定的实际工程做工程成本概预算的功能;

（3）具有设计结论显示功能，并可形成设计文件。

16、能够生成竣工图:

（1）具有施工（实际）导向孔轨迹、扩孔轨迹复现功能，可生成项目竣工图，同时还能生成 CAD 剖面图;

（2）实际导向孔轨迹数据可以通过人工手动单点输入实际轨迹坐标，或者通过 EXCEL 文件格式批量输入实现；

（3）文件导入有两种不同的数据输入格式，进尺、深度和左右偏差格式或距离、深度和左右偏差格式。

17、具有所见即所得的打印功能。根据需要可以打印输出所需数据、图形和文件。

18、具有软件使用和工程文档资料密码保护功能，重要工程资料不可随意更改。

19、具有修改（编辑）和只读两种打开模式，满足不同权限的需求。

第二节 软件对系统的要求

由于软件中的所有计算与图像显示均针对三维空间的立体模型，所以对系统的运算速度和显示硬件设备的要求都较高，运算速度慢和分辨率较低的系统会导致图像闪动、不连贯和图像失真。下面所列出的硬件和软件的要求并非最低要求，但为了获得较佳的效果，我们强烈建议用户使用更高配置的计算机，以保证软件有良好的运行环境。

☆ 硬件推荐配置

CPU：主频 2.0GHz 或更高

内存：256M

硬盘：需空间 100M

显卡：内存 256M

☆ 软件要求

操作系统：Windows XP 或 Windows 2000 版本

显示模式：1024×768 或更高的分辨率 真彩色 32 位

第三节 软件的安装及注册

一、软件的安装

1、将安装 CD 盘放入光驱驱动器中并运行，双击根目录下的“水平定向钻进铺管三维设计系统.exe”可执行文件，运行安装程序，出现如图 1-1 所示安装界面。



图 1-1 软件安装程序运行界面

2、单击<下一步>按钮，进入“用户信息”输入界面（如图 1-2 所示），输入您的用户名称和公司名称。序列号为：NT820-IO425-UN830-HG0823-LOANG，或为安装光盘中“NoDigSN.txt”文件中的字符串。



图 1-2 用户注册信息界面

3、 单击<下一步>按钮，若序列号输入正确，将出现图 1-3 所示的“选择程序文件夹”界面，输入程序文件夹的名称即可。



图 1-3 选择程序文件夹界面

4、 单击<下一步>按钮，将会显示“安装路径选取”界面，如图 1-4 所示。选择安装路径，如不选择将按默认路径进行安装。



图 1-4 安装路径选取界面

5、 单击<下一步>按钮，进行程序的安装，如图 1-5 所示。



图 1-5 程序安装界面

6、 等待安装程序将文件复制完成后，<下一步>按钮使能，单击下一步按钮将会显示“安装完成”界面，如图 1-6 所示。根据您的需要设置快捷方式模式，然后单击<完成>按钮，完成程序的安装。



图 1-6 安装完成界面

二、软件注册及启动

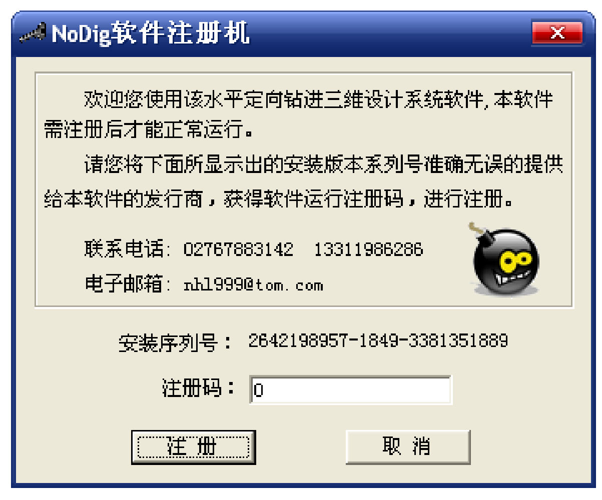
1、软件注册

程序安装完成后，将会弹出如图 1-7 所示的提示对话框，首先需要对软件进行注册操作，否则软件不能够正常运行。将提示对话框中的“安装版本序列号:”后面的信息(图中红色方框所示)记录下来并提供给软件开发商，索取安装注册码信息。



图 1-7 未注册软件运行提示界面

获得软件开发商提供的注册码信息后，运行注册机程序进行注册。注册机程序在程序的安装根目录下图标为注册机.exe，鼠标双击启动注册机程序，如图 1-8 所示。输入正确的注册码后单击注册按钮，将会弹出注册成功提示框，并提供了软件运行的初始密码：kcgcjys，如图 1-9 所示。



ZhuCeJi

软件已被注册成功！！

注意：软件运行初始密码：kcgcjys

确定

图 1-8 注册机运行界面　　　　图 1-9 注册成功提示框

2、软件启动

注册成功后，双击桌面上的图标或选择程序中的“水平定向钻进铺管三维设计系统.exe”即可启动软件，成功启动的软件初始界面如图 1-10 所示。



图 1-10　程序启动运行界面

三、软件的卸载

双击程序安装目录下的图标或选择程序菜单中的“卸载水平定向钻进铺管三维设计系统.exe”，将会弹出如图 1-11 所示的程序卸载对话框，单击<关闭>按钮完成软件的卸载。

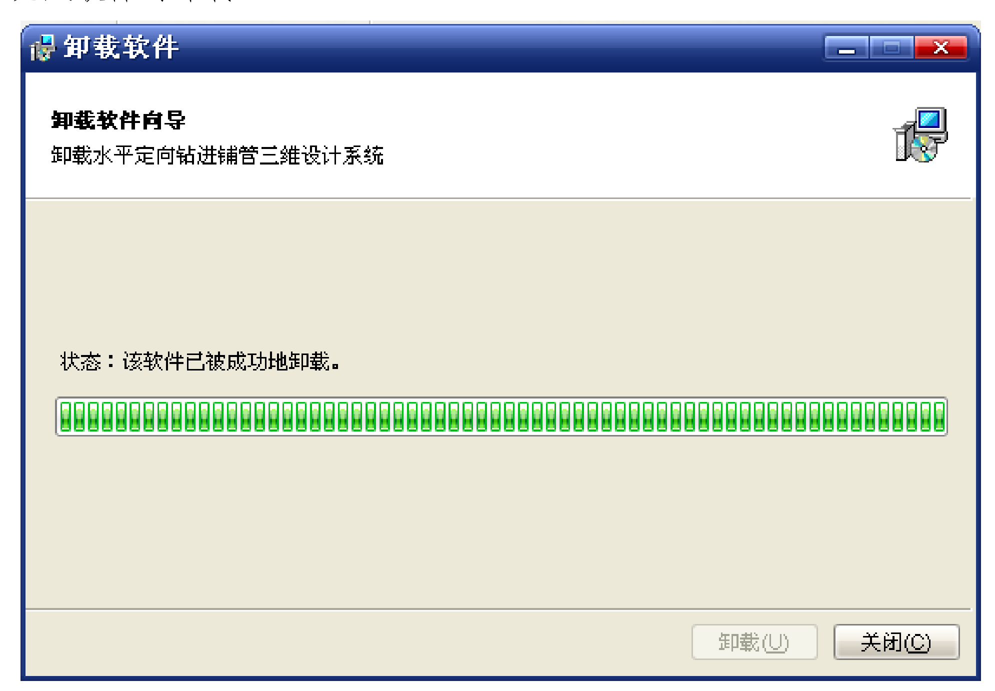


图 1-11　程序卸载界面

第四节　专业名词解释

本节对该软件中所涉及到的一些专业名词和专用术语进行详细的说明。

一、钻进参数

钻进参数指模拟导向钻进过程中，某一时刻钻头所处状态的描述参数。具体包括:

1、**面向角:** 表示导向钻头造斜面相对钻头轴线所处的方向。一般用 12 点钟面法表示，12 点朝正上方，6 点朝正下方，3 点朝右，9 点朝左。

2、**俯仰角（倾角）:** 指导向钻头轴线方向与水平面间所夹锐角。当导向钻头水平时为零度，钻头朝向地上为正值，朝向地下为负值。倾角用来表示钻孔轨迹某点处的倾斜度。

3、**水平距：**指导向钻头当前位置与入土点在水平方向的距离。

4、**深度：**指导向钻头当前位置的垂直埋深，即导向钻头到地面的垂直距离。

5、**进尺：**指当前入土的钻杆总长度，即当前导向孔轨迹路径的长度。

6、**偏量：**指导向钻头当前位置左（右）偏离设计导向孔轨迹在水平面上的投影距离。导向钻头在原设计导向孔轨迹轴线方向的左侧为正值，右侧为负值。

7、**偏角：**指当前导向钻头的轴线与设计导向孔轨迹之间的所夹的锐角。当导向钻头与设计导向孔轨迹重合时值为零，导向钻头在设计导向孔轨迹的左侧为正值，右侧为负值。

二、原有地下管线参数

1、**距离：**指在原有地下管线与设计导向孔轨迹轴线不平行的情况下，原有地下管线轴线与设计导向孔轨迹轴线的交点到所设参照点的水平距离。交点在参照点的前（钻进方向）方为正值，在后方为负值。

2、**埋深：**指原有地下管线上壁面到地面的垂直距离。

3、**左右：**指在原有地下管线与设计导向孔轨迹平行的情况下，地下管线的中心轴线与设计导向孔轨迹轴线之间的水平投影距离。原有地下管线在设计导向孔轨迹的左侧为正值，在其右侧为负值。

4、**交角：**指原有地下管线的中心轴线与设计导向孔轨迹轴线在水平面上所成的锐角。当管线与设计导向孔轨迹垂直时，交角为 90 度；平行时则为 0 度。逆时针为正值，顺时针为负值。

5、**尺寸：**指原有地下管线的大小。圆形管线为管材的直径；方形管线为管材的边长。

6、**类型：**指原有地下管线所属的管线类型，如给水管、电力管等。

7、**形状：**指原有地下管线横截面的形状，本版本包括圆形和正方形两种。

三、轨迹设计参数

1、**造斜强度（导向强度）：**指在水平定向钻进过程中，每顶进一米，钻具在造斜面上的角度改变量或斜率改变量，单位为：度/米或斜率/米。造斜强度是用该软件进行仿真模拟至关重要的参数。造斜强度参数是否与实际导向施工的造斜

强度相符，决定了该软件模拟导向设计的准确程度。当所用钻机、钻具和施工地层等条件一定的情况下，造斜强度在整个导向施工过程中是恒定不变的，是由客观施工条件决定的固有钻进特性参数。必须注意，影响造斜强度的因素很多，如选用的钻机、钻杆、导向钻头的造斜板倾角和面积及施工所在地层情况的不同都会导致造斜强度的不同。

2、**钻孔弯曲半径：**指所设计的导向孔轨迹弯曲半径，与造斜强度类似，反映了导向钻孔的弯曲程度。

3、**入土角：**指非开挖水平定向钻进施工前，所设置的导向钻机钻杆轴线方向与水平面所夹的锐角，可以用角度和斜率两种方式表示，钻头朝向地上为正值，朝向地下为负值。

4、**入土点深度：**指导向钻头入土时，入土点距地面的垂直深度。

5、**入土点偏距：**指导向钻头入土时，入土点偏离设计导向孔轨迹轴线的水平距离，与钻进状态参数中的偏距定义相同。

6、**入土点偏角：**指导向钻头入土时，钻头轴线与设计导向孔轨迹轴线所成的锐角，偏左为正值，偏右为负值，与钻进状态参数中的偏角定义相同。

7、**设计导向孔孔数：**指在同一个工程中，所设计的钻孔数目，如 2 孔表示在相同的入土坑和出土坑之间设计两个导向孔轨迹。

8、**设计水平埋深：**指工程要求所铺设管线水平段的铺设深度。

9、**最小覆盖厚度：**指相关规范所规定的铺设管线上方允许的最小覆盖厚度，一般为所铺管线直径的六倍。

10、**水敏性：**地层遇水易水化、分散的性质。

11、**天然含水量：**指工程中涉及到的土体在自然状态下土中水的质量与土粒的质量之比，通常用百分数表示。

12、不均匀系数：d_{10}指小于此种粒径的土的质量占总土质量的 10%，称为有效粒径。d_{60}指小于此种粒径的土的质量占总土质量的 60%，称为控制粒径。控制粒径与有效粒径的比值为不均匀系数。

第二章　建立工程项目

第一节 三维施工环境模型的建立

利用计算机进行模拟仿真设计的前提是建立符合导向钻进非开挖铺管工程实际情况，且能够为导向孔轨迹的设计提供完整约束的全三维量化施工环境模型。对于一个具体的非开挖铺管导向钻进工程，施工环境主要包括以下几个方面：①施工区域的地貌、地形（高程）和地层情况；②施工区域地下原有管线情况；③可能对施工产生干扰的地表建筑物情况；④所用机械设备选型；⑤工程基本的设计参数等。建立一个完整的施工环境需要详细的地质勘探资料、原有管线勘探资料、机械设备性能参数和工程基本设计要求。根据这些资料，将影响钻孔轨迹设计的所有因素进行参数化，以参数的形式输入计算机来建立模型。

描述施工环境参数集的完整性决定了所建模型的仿真程度，软件采用新建工程向导模式，用户只要按照向导的提示依次输入相关数据即可建立一个符合要求的三维量化施工环境模型。模型建立的方法及需要输入的参数概括如下：

1、确定施工区域及模型坐标系

施工区域是由施工范围所决定的空间立方体，即所建模型范围。模型坐标系的定义如图 2-1 所示，坐标原点 O 是高程相对参照点，由长度 L、宽度 W 和深度范围 h 三参数确定的立方体为施工区域范围。

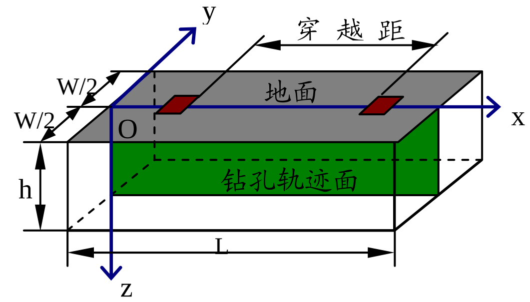


图 2-1　施工区域及模型坐标系定义

2、建模所使用参数

（1）施工区域地貌数据，包括草地、人行道、公路和河流四种类型；

（2）地层数据，由地层的分层数据、每层的所属地层类型及特性参数组成，生成半透明状的三维显示地层；

（3）地形（高程）数据，由位置数据和该点高程数据组成；

（4）可能干扰施工的地表建筑物数据，由建筑物的位置和基础尺寸组成；

（5）原有地下管线数据，由每根地下管线的位置、埋深、直径、管型和与模型轴线的交角等参数组成；

（6）施工所用机械设备性能参数，包括钻机、钻杆和钻头等性能参数；

（7）工程的基本设计参数，包括穿越的距离、设计埋深和铺设产品等方面的要求。

按向导依次输入以上各参数，即可建立全三维量化施工环境模型，可以任意旋转、缩放和移动模型，能够从不同的角度查看所建模型的各个部位。

第二节 新建工程向导

新建工程按以下向导进行:

第一步 启动新建工程向导

双击桌面上的

图标或选择程序中的“水平定向钻进铺管三维设计系统.exe”启动软件，单击<工程项目>菜单项，选择<新建项目>，根据具体情况在其弹出的下拉菜单中选择一种非开挖铺管工程（包括电力线铺管工程、天然气铺管工程和下水管铺管工程），单击想要建立的工程项目后将会弹出新建工程向导，如图 2-2 所示，其左边为软件所依据的规范的相关说明。然后在右边的编辑框中输入软件运行密码，点击<登录>按钮，如果输入的密码正确，<下一步>按钮将会高亮显示，并在按钮下方提示“运行密码正确，请单击下一步继续”。

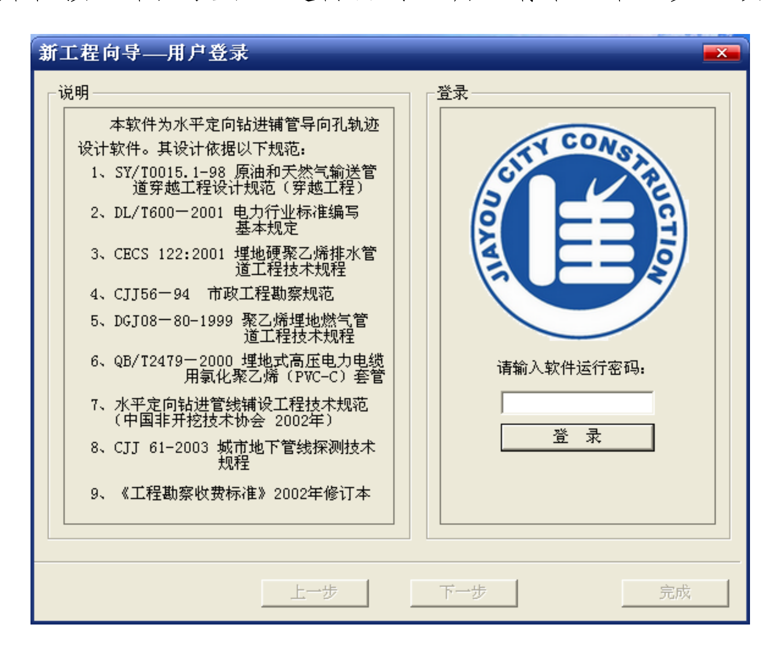


图 2-2 新工程向导－用户登录界面

第二步 输入工程基本信息

单击<下一步>按钮，进入新工程向导的第一步——工程基本信息，界面如图 2-3 所示，根据工程的基本情况依次输入，包括工程名称、设计单位、施工单位、工程地点、工程编号、设计人、设计日期和工程说明。



图 2-3 新工程向导－新工程信息界面

第三步 输入穿越区域地形、地貌数据

单击<下一步>按钮，进入新工程向导的第二步——穿越区域地形、地貌，界面如图 2-4 所示。施工区域是由施工范围所决定的空间立方体，即所建模型范围。如某导向钻进非开挖铺管工程，要求穿越的水平距离为 150 米，水平埋深为 10 米，左右偏距在±5 米，入土坑和出土坑的长度皆为 5 米，穿越区域三维模型参数可确定为：长度=200 米，宽度=50 米，深度=30 米，但施工区域也不宜过大。

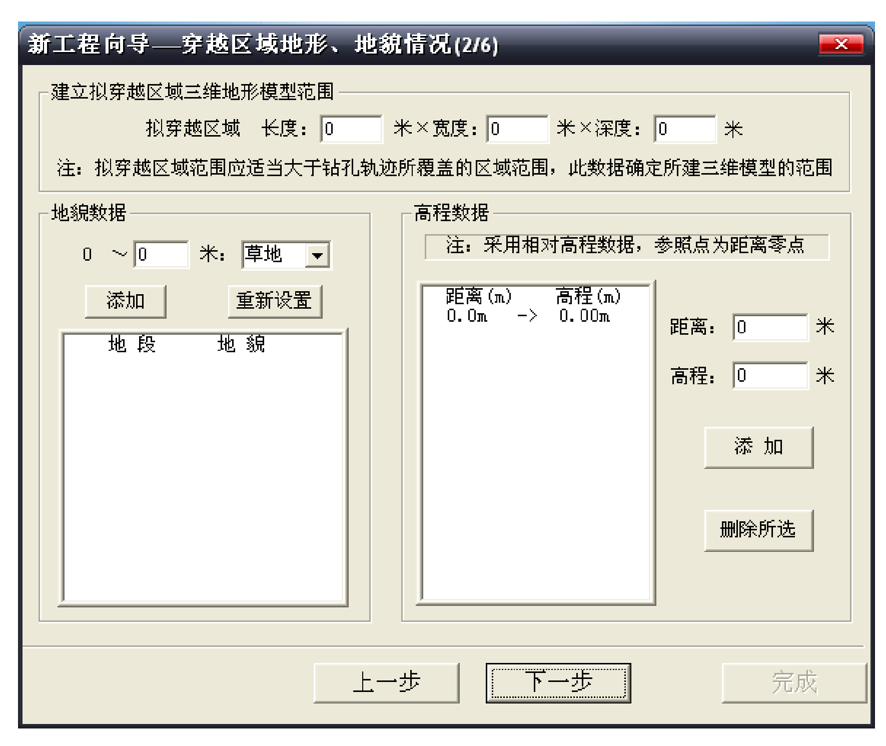


图 2-4　穿越区域地形、地貌输入界面

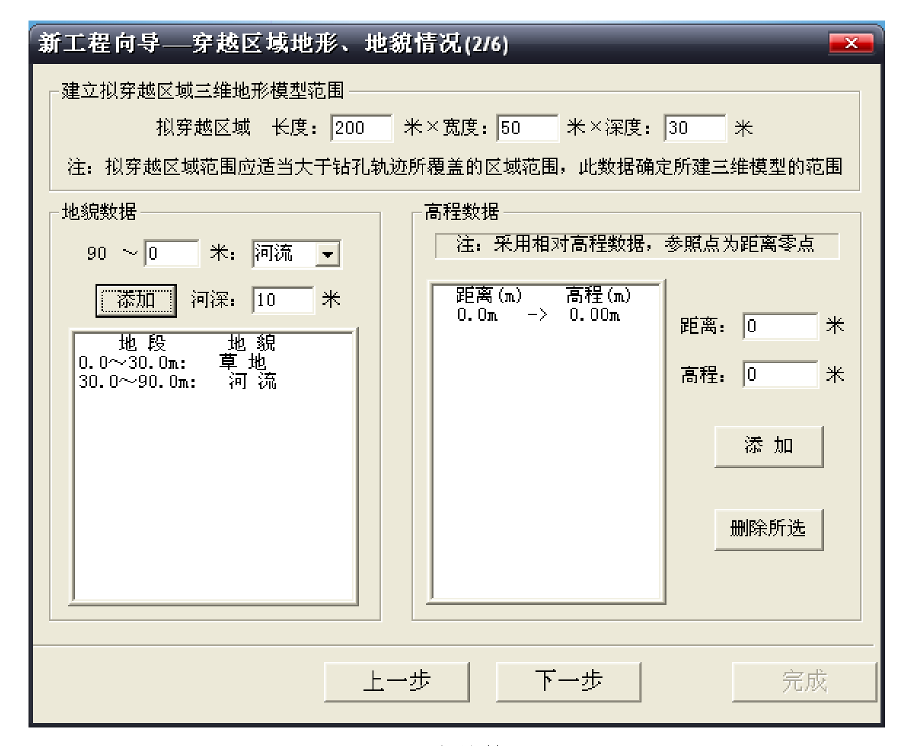


图 2-5　地貌输入界面

1、　输入地貌数据，建立施工区域地貌三维模型

对于非开挖铺管工程，施工区域经常遇到的地貌类型主要有四种：草地、人行道、公路和河流。根据工程施工场地的实际地貌情况依次输入地貌数据，建立

施工区域地貌模型。地貌数据由每种地貌的范围数据和地貌类型组成，如在所建的施工区域内 0～30 米为草地地貌，可以在相应的编辑框内输入“30”，其后面的地貌类型选择“草地”，然后单击<添加>按钮即可完成一种地貌的输入。如果地貌类型为河流，则<重新设置>按钮消失，显示河深输入框，如图 2-5 所示。重新输入地貌数据单击<重新设置>按钮即可。

2、 输入高程数据，建立地形三维模型

高程数据由坐标和该点的相对高程数据组成，参照点为所建施工模型坐标系的原点，即三维施工模型原点的高程为零。高程数据只采用沿钻进轨迹轴线方向的高程，故坐标 Y=0，只需输入 X 值即可，即距离。按照测量数据输入距离和相对应的高程后，单击<添加>按钮，即可完成高程数据的录入。单击<删除所选>按钮将会删除列表中选择的高程数据项。

第四步 输入穿越区域地表建筑、地层数据

单击<下一步>按钮，进入新工程向导的第三步——穿越区域地表建筑、地层数据，界面如图 2-6 所示。如果在施工区域内存在可能对导向钻进施工产生影响的建筑物、构筑物，则选中“有地表建筑物”复选按钮，相应的编辑输入框将会变成可输入状态。地表建筑物数据由平面位置坐标,即距离（X）和左右（Y），和建筑物的大小尺寸（长宽高）组成。所有建筑物都以长方体模型代替，轨迹设计时，关注的只是建筑物的位置和尺寸参数。在距离、左右、长度、宽度和高度后面的输入框内输入实际建筑物参数数据后，单击添加按钮完成一个建筑物的添加，此时，图 2-6 的列表框中将会显示已输入的建筑物信息。选择要删除的建筑物数据后，单击<删除所选>按钮即可删除所选的数据。



图 2-6 地表建筑、土层数据输入界面

如果要输入施工区域的地层数据，则将“有地层数据”的复选框选中，其相应的输入框及按钮将会变成可输入状态。地层数据中，地层的类型根据非开挖工程中遇到的土层分为素填土、淤泥质粘土、分质粘土、粘土、粉土、粉砂、细砂、中砂和粗砂。当选择的土层为土类时，首先判断水敏性质，若有水敏性，则需要输入天然含水量，当选择的土层为砂类时，则需要输入不均匀系数。(**提示：若不输入相应参数，程序轨迹设计可以运行，但部分功能受限**)。实际地层可由这些基础类型进行各种组合而成。地层数据和地貌数据的输入方法类似。如施工区域 0～1 米为素填土层，输入方法为在输入框内输入 1，在地层类型下拉列表中选择素填土，然后单击<添加>按钮即可，同时，下面的列表框将会显示输入的地层数据。根据工程勘察资料依次输入地层数据即可。

第五步 输入施工用机械参数数据

单击<下一步>按钮，进入新工程向导的第四步——施工用机械参数，界面如图 2-7 所示。要求输入导向钻进施工所选用的水平定向钻机的型号和生产厂家信

息、钻杆型号（包括钻杆的直径、每根长度和极限弯曲半径）、钻头尺寸（包括钻头的直径和长度）信息。软件目前提供了两个钻机生产厂家的钻机，Vermeer和钻通公司。选择相应的生产厂家后，在钻机型号列表框中选择所用的水平定向钻机型号，同时在右侧的钻机预览中将会显示所选择钻机的外形图，表 2-1 列出了软件所提供的钻机。

表 2-1 导向钻机生产厂家及型号

生产厂家	导向钻机型号					
Vermeer 公司	D7x11a	D10x15	D16x20	D24b	D24x26	D24x33
	D24x40a	D33x44	D40x40	D50x100a	D55x100	D80x100
	D80x120	D150x300				
钻通公司	ZT-10	ZT-15	ZT-15L	ZT-18	ZT-25	ZT-40

在预设钻杆型号的下拉框中选择直径和长度符合要求的钻杆项，直径、长度和极限弯曲半径参数数据同时显示在下面的信息框中。如果预设钻杆类型没有符合要求的，可以选择任意一种型号，然后单击<修改参数>按钮，即可对直径、长度和极限弯曲半径参数进行修改。按钮<-和按钮->为弯曲半径和每根钻杆曲率相互转换按钮，轨迹设计时采用极限弯曲半径参数。



图 2-7 施工用机械参数数据输入界面

第六步 输入原有地下管线数据

单击<下一步>按钮，进入新工程向导的第五步——原有地下管线数据，界面如图 2-8 所示。原有地下管线在施工区域内的布置情况，是新工程项目进行仿真模拟前所必须确定的内容之一。对原有地下管线在三维立体空间的描述采用了几个参数来对原有地下管线加以确定。这些参数主要有：距离、埋深、左右、尺寸、交角、类型和形状。

原有地下管线的输入方式有三种：手动录入、EXCEL 文件导入、CAD 文件导入，现仅对前两种输入方式的实现过程进行叙述，关于 CAD 文件导入的功能将在第八章中进行详细叙述。

1、设置参照点

通过“选择参照点”选项，设置原有地下管线数据在所建立三维施工环境模型中的参照点，设置完成后，原有地下管线数据都是相对该参照点的尺寸，包括后面对入土点、出土点的设置。各参照点说明如下：

默认值：以所建三维地形模型的坐标零点为地下管线的参照点。当使用 CAD

文件导入管线数据时，为灰度默认值，参照点为系统内部修改默认值。

近路边：以靠近入土点一侧的公路边线为地下管线的参照点。

远路边：以远离入土点一侧的公路边线为地下管线的参照点。

近人行道边：以靠近入土点一侧的人行道边线为地下管线的参照点。

远人行道边：以远离入土点一侧的人行道边线为地下管线的参照点。

近河边：以靠近入土点一侧的河边线为地下管线的参照点。

远河边：以远离入土点一侧的河边线为地下管线的参照点。

路中心：以公路中心线为地下管线的参照点。

河中心：以河流中心线为地下管线的参照点。

2、空间位置的确定：

距离是指在原有地下管线与设计导向孔轨迹轴线不平行的情况下，原有地下管线轴线与设计导向孔轨迹轴线的交点到所设参照点的水平距离。交点在参照点的前（钻进方向）方为正值，在后方为负值，参照点可由用户设定（见下述相关内容）。左右是指在原有地下管线与设计导向孔轨迹平行的情况下，地下管线的中心轴与设计导向孔轨迹之间在水平面上的投影距离。埋深是指原有地下管线上顶的深度。距离、左右和埋深这三个参数（单位均为米）可以相对入土点和设计轨迹在三维空间中把任意管线的位置确定下来。

3、布局走向的确定

交角是指原有地下管线的中心轴线与设计导向孔轨迹轴线在水平面上所成的沿逆时针方向的角。它确定了原有地下管线与设计导向孔轨迹在三维空间中的布局关系。

4、尺寸、形状及类型的确定

如果原有地下管线是圆形管，尺寸项为圆管的直径；如果原有地下管线为方形管，尺寸项为方形管的边长。类型和形状参数项确定了原有地下管线所属类型和管材的形状。当前版本中，管线形状只有两种，即圆形和方形。类型是指该原有地下管线所属的类型，如给水管、排水管、电力管等。不同的管线类型决定了模型中管线的颜色，颜色与管线类型的对应符合有关规范的规定，。

由程序自动匹配以上有关原有地下管线的参数均可从管线物探报告中获得。根据管线物探报告所提供的地下管线分布情况，结合以上参数的定义，即可确定

原有地下管线的参数值。用户也可将此管线各参数的定义提供给管线物探部门，让其提供的报告内容符合此规定并以 EXCEL 表格文件形式提供。

5、原有地下管线数据的输入

（1）添加和删除原有地下管线数据

单击<添加>按钮，添加一个原有地下管线。单击后，在列表框中将会增加一条空白的管线数据输入列表，如图 2-8 所示。输入的数据包括管线中心相对于所设置参照点的距离（单位：米）、管线上顶深度（单位：米）、管线中心相对穿越轨迹轴线的距离（当管线与钻孔轨迹轴线平行时，单位：米）、管线中心线与钻孔轨迹轴线的交角（单位：度）、管线的直径（单位：米）、管线所属的类型和管线的形状。



图 2-8 地下管线参数输入对话框

对于前五项可根据管线物探资料直接将数据输入相应的单元格内，对于管线的类型和管线形状两个参数，可通过下拉列表框选择输入。鼠标单击“类型”对应的单元格时，管线类型下拉框自动出现，如图 2-9 所示，包括的管线类型有给水管、排水管、燃气管、热力管、工业管、电力管、电信管、综合管和竖井，选择一种标准的管线类型即可。除了竖井，其它管线类型的命名、定名均符合有关规范的规定。管线形状项也提供了下拉框选择输入功能，其中包括了圆形和方形两个选项。

选择某一原有地下管线数据条后，单击<删除>按钮，即可将该管线删除。(**提示：若添加管线后，对于相关参数不予赋值，程序后续功能将受到限制**)。

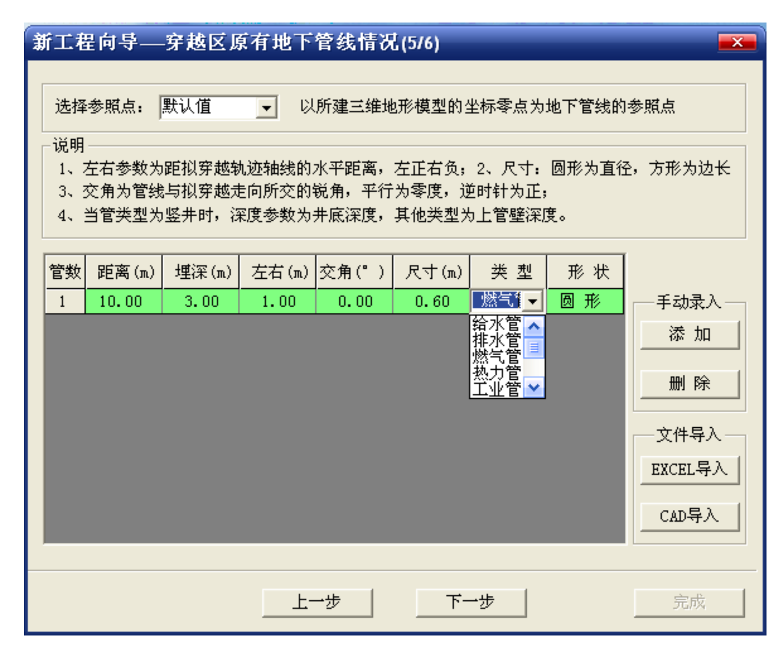


图 2-9 地下管线类型选择输入

（2） 从文件导入地下管线参数数据

原有地下管线参数数据除了通过地下管线参数输入对话框人工逐条手动录入，还可以从特定格式的 EXCEL 文件和 CAD 文件中导入数据（对于以 CAD 文件形式导入地下管线数据的具体内容将在第八章中详细叙述）。单击<EXCEL 导入>按钮，将弹出“打开”文件对话框窗口，如图 2-10 所示，选择事先准备好的地下管线数据文件，单击<打开>按钮完成管线数据的导入。

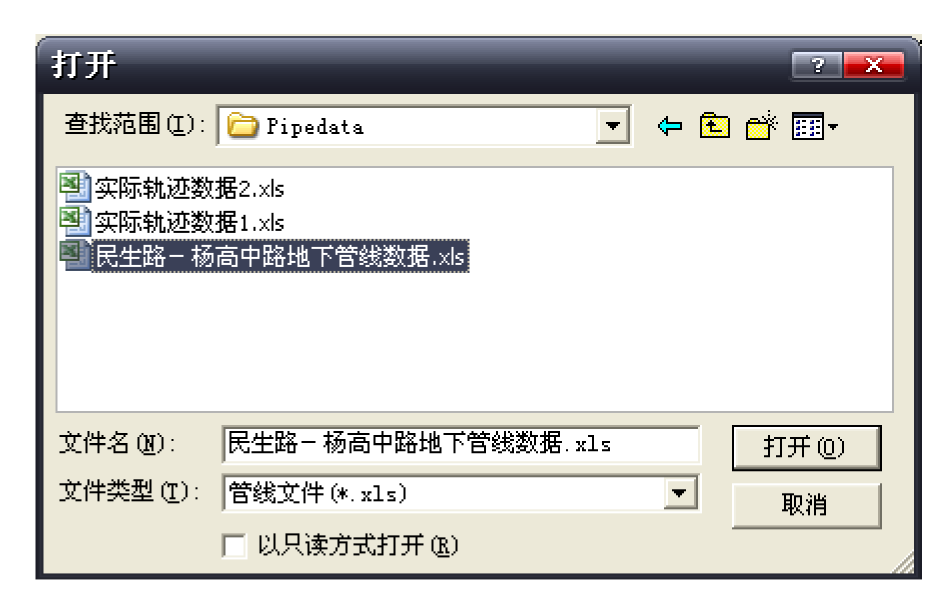


图 2-10 打开原有地下管线数据对话框

如果程序中已有地下管线数据，系统将弹出如图 2-11 所示的提示窗口询问

是否用所选的地下管线数据替换已有的地下管线数据。如果单击<否>，将保留已有的管线数据，取消本次文件导入地下管线数据。如果单击<是>将会将已有的管线数据全部删除，并执行从文件导入管线数据；如果导入地下管线数据成功，将显示如图 2-12 所示信息窗口，并显示导入的管线数据的个数。如果所选的 EXCEL 文件不是地下管线数据，或由于其他原因导致管线数据导入失败时，系统将弹出如图 2-13 所示的提示窗口。



图 2-11 替换已有管线数据



图 2-12 管线数据导入成功提示窗口



图 2-13 管线数据导入失败提示窗口

地下管线数据文件是 EXCEL 类型的文件，为了区别其他的 EXCEL 文件，正确的导入管线数据，我们规定了 EXCEL 文件的内容格式，如图 2-14 所示。其中的第一行文字必须与图上的一致，“管数”必须是连续的序列号，且与原有地下管线总数相同，其类型和形状以代码的形式表示，具体规定如下。

管线类型代码说明：

给水管：GS　排水管：PS　燃气管：RQ　热力管：RL　工业管：GY　电力管：DL

电信管：DX　综合管：ZH

管线形状代码说明：

圆形：Y　　方形：F

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	管数	距离(m)	埋深(m)	左右(m)	交角(°)	尺寸(m)	类 型	形 状
2	1	33	1.3	0	90	0.8	GS	Y
3	2	42	2.5	0	90	1.1	PS	Y
4	3	57	4.3	0	90	1.4	RL	Y

图 2-14 管线数据 EXCEL 文件内容格式

第七步 轨迹设计基本参数

单击<下一步>按钮，进入新工程向导的第六步——轨迹设计参数，界面如图 2-16 所示。轨迹设计基本参数主要包括工作坑（入土坑和出土坑）的位置和尺寸、钻孔个数、钻孔轨迹水平埋深、最小覆盖厚度、扩孔系数、铺设产品极限弯曲半径、铺设产品总直径、铺设产品内部布置的孔数和单孔直径（可选）、各钻孔入土点的位置和入土角度及钻孔弯曲半径。点击界面上的“?”按钮将会显示相应要素的定义和说明，如点击入土坑位置输入框后面的“?”按钮会弹出有关入土坑位置的定义和说明，如图 2-17 所示。各参数的设置方法如下:

1、设计工作坑

工作坑包括入土坑和出土坑的位置和大小。入土坑的位置以上步所设置的参照点为参照点，设计钻进方向为正值。出土坑的位置由相对于入土坑的水平穿越距离参数确定。若管线数据采用 CAD 文件导入的方式获得，水平穿越距离参数将自动由软件生成。入土坑和出土坑的大小均由长度、宽度和深度三参数确定。

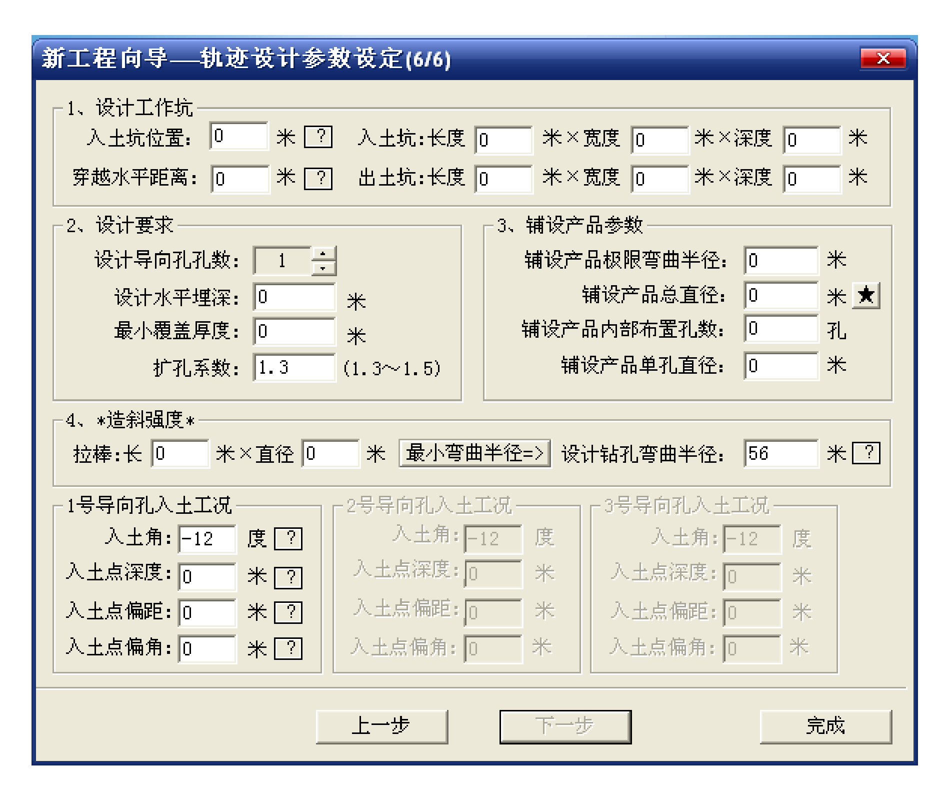


图 2-16 轨迹设计参数界面

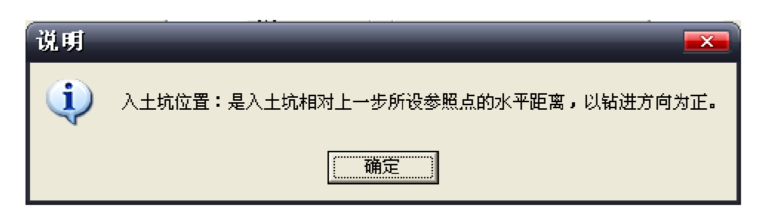


图 2-17　入土坑位置说明

2、轨迹设计要求

轨迹设计要求包括设计轨迹的孔数、钻孔入土点的位置、入土角和设计水平埋深等参数。通过微调按钮可以改变设计导向孔的孔数，导向孔的孔数最少为一个，最多可设置三个。当改变导向孔孔数时，下面相应的入土点参数输入框将会随着动态使能。钻孔入土点参数包括了入土点的位置和入土角度，由入土点深度、入土点偏距、入土点偏角和入土角组成，确定导向孔的入土点情况，依次输入到相应的输入框。设计水平埋深为铺设管线要求的深度。水平最小覆盖厚度由所铺设管线的直径决定，一般是铺设管线直径的六倍。扩孔系数一般在 1.3～1.5 范围内，由具体工程情况决定。

3、铺设产品参数

铺设产品参数选项包括了铺设产品极限弯曲半径、铺设产品总直径、铺设电

缆时所布置的孔数和单孔直径。铺设产品极限弯曲半径与所铺设产品的材料和直径有关。不同材料不同尺寸的铺设产品决定了其极限弯曲半径，一般可由经验公式或查有关表格获取。铺设产品总直径是当多束管线成捆铺设时的成捆直径，对于铺设电力管线常用的成捆最小直径可以通过点击“★”按钮计算获得，单击“★”按钮后，将会弹出如图 2-18 所示的对话框。最小成捆直径的确定分为一般和特殊两种情况。特殊情况提供了电力非开挖铺管工程中常见的两种电力管线排管情况，选中相应的复选框，即可得到扩孔直径的尺寸。对于一般情况，可以通过设置铺设产品单孔直径和孔数来获得成捆最小直径、扩孔直径和相应的扩孔系数，设置完成后，点击<确定>按钮，返回轨迹参数设计界面，同时铺设产品总直径、单孔直径、孔数和扩孔系数会自动更新。

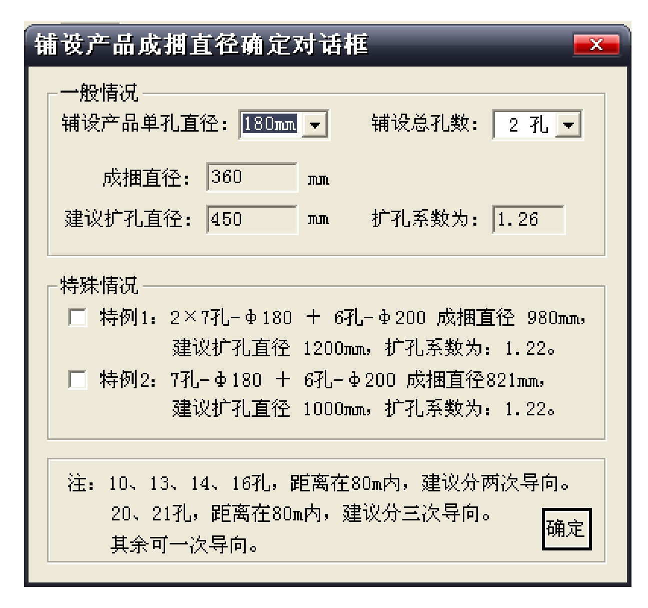


图 2-18 铺设产品最小成捆直径计算对话框

4、造斜强度选项

造斜强度是进行导向孔轨迹设计的重要参数，指钻孔弯曲的程度，也可用弯曲半径表示。合理的钻孔弯曲半径应该大于铺设产品极限弯曲半径、钻杆极限弯曲半径和通孔所用拉棒所确定的最小弯曲半径。对于通孔所用拉棒所决定的最小弯曲半径可以在输入拉棒直径和长度两参数后点击“最小弯曲半径=>”获得，结果在钻孔弯曲半径后面的输入框中显示，其值表示该拉棒能够通过的最小弯曲半径值。钻孔弯曲半径可由钻杆极限弯曲半径值、铺设产品极限弯曲半径值和该拉

棒所决定的最小弯曲半径值共同确定。

第八步 完成新建工程向导

单击<完成>按钮，将会弹出新建工程信息核实对话框，界面如图 2-19 所示。在该对话框中将会列出所建工程所设置的信息情况，核实无误后，单击<确定>按钮完成新工程项目的建立，如果所设置的参数符合基本的要求，系统将会根据所设置的参数情况建立三维可视化模型并进入程序主界面，如图 2-20 所示；否则系统将会显示设置不当的选项并返回到向导。

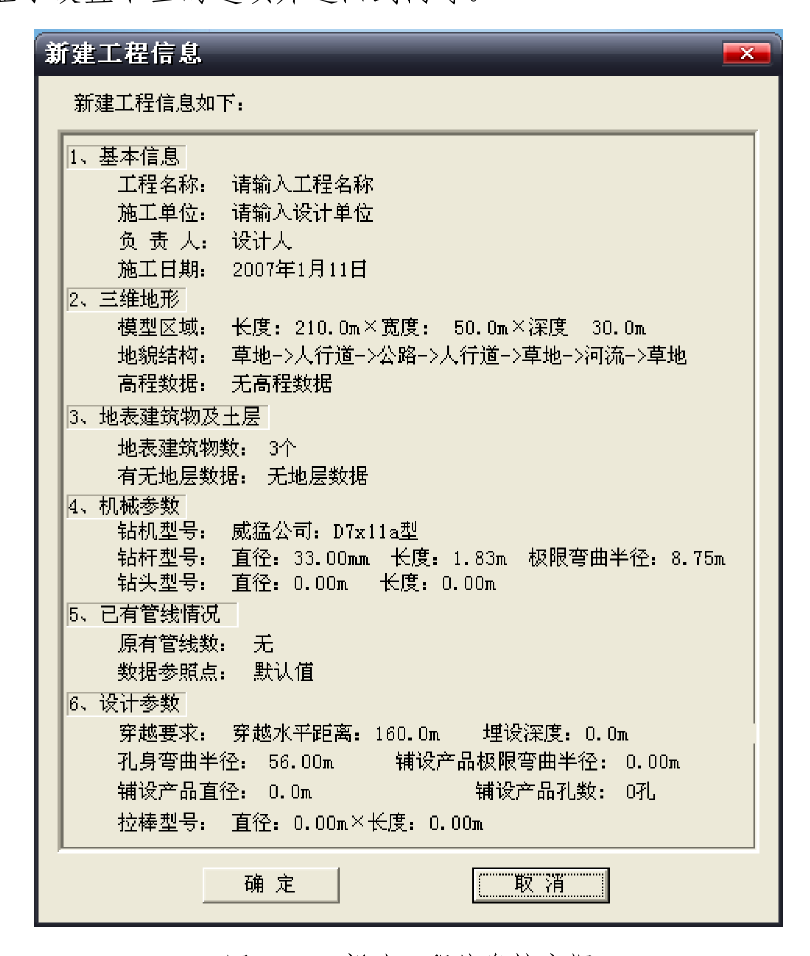


图 2-19 新建工程信息核实框

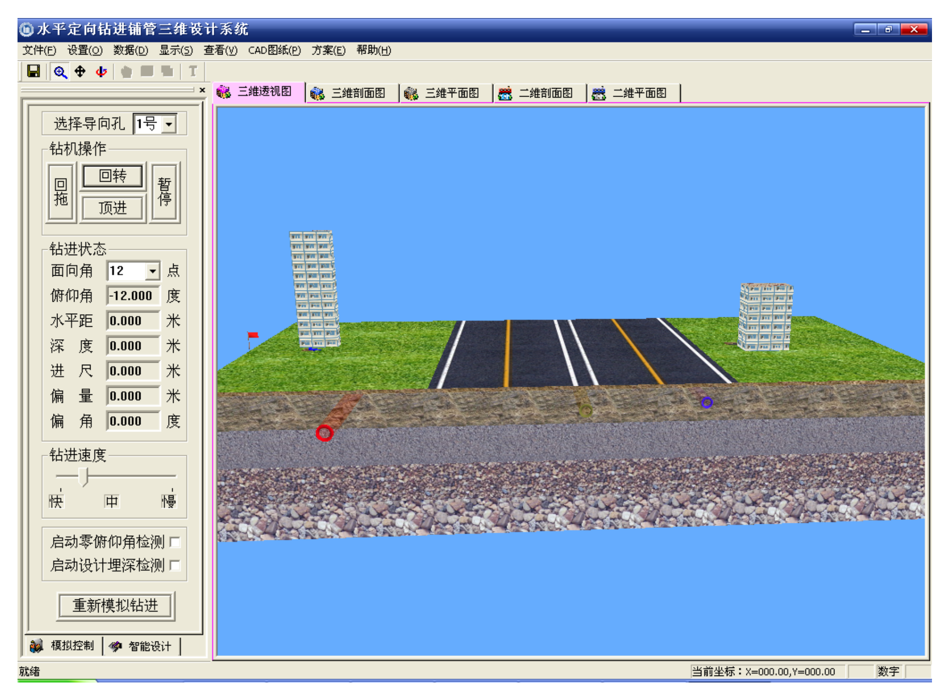


图 2-20　新建工程程序主界面

第三节　打开工程项目

对于已经保存过的工程项目文件（扩展名为.ndg），软件提供了两种打开方式，一种是只读模式，另一种是修改模式。以只读模式打开的工程项目，用户没有对参数进行修改和更改轨迹的权利，只能够查看工程的基本信息，包括工程三维模型、设计轨迹情况等，可以打印输出设计轨迹空间坐标、导向控制向导数据和设计轨迹平面图；以修改模式打开工程可以使用软件提供的所有功能。

1、以只读模式打开工程

双击桌面上的

图标或选择程序中的“水平定向钻铺管三维设计系统.exe”启动软件，单击<工程项目>菜单项，选择<打开项目>，在弹出的菜单中选择<只读模式>，将会弹出打开文件路径选择框，如图 2-21 所示。更改文件路径，选择要打开的 NoDig 文件，扩展名为“.ndg”，单击<打开>按钮即可打开已有的工程文件，程序运行主界面如图 2-22 所示。在此模式下，不能更改与三维施工环境模型相关的参数，不能进行轨迹设计，只能以查看的方式查看该工程项目的信息，可以更改观看视图，三维视图的移动、旋转和缩放，用户可以将

轨迹设计参数、设计轨迹空间坐标和轨迹的控制指导方案以打印的方式输出。对于以查看为主要目的用户或无权限的用户可以以此模式进入该系统。



图 2-21　打开文件路径选择框



图 2-22　只读模式打开工程文件程序主界面

2、 修改模式打开工程

双击桌面上的图标或选择程序中的“水平定向钻铺管三维设计系统.exe”启动软件，单击<工程项目>菜单项，选择<打开项目>，在弹出的菜单中选择<修改模式>，系统将会弹出软件登录密码输入框，如图 2-23 所示。输入正确的软件运行密码后，单击<确定>按钮，

将弹出打开文件路径选择框，同图 2-21。选择要打开的文件，如果所打开的文件没有被加密，系统将会以修改的模式将文件打开；如果所打开的文件已经被加密，系统将要求用户输入文件打开密码，如图 2-24 所示。输入正确的文件加密密码，单击<确定>按钮，系统方可以以修改模式将文件打开。以修改模式打开的文件，用户将会获得软件所提供的所有功能操作，程序运行界面同图 2-20。

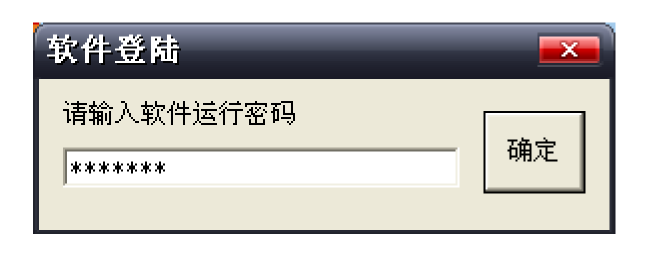


图 2-23　软件运行密码输入框

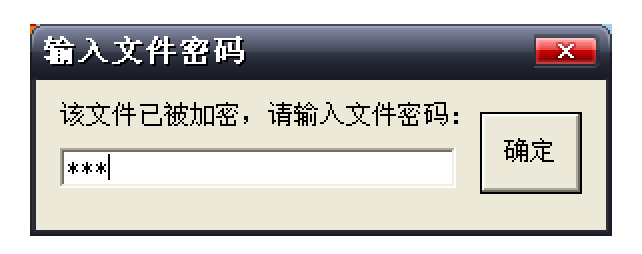


图 2-24　文件打开密码输入框

以修改模式打开工程文件时，用户必须为有权限用户，这是与以只读模式打开文件时的最大区别。系统要求用户拥有正确的软件运行密码，如果所打开的文件被加密，用户同时应该拥有正确的文件打开密码，两者缺一不可。对软件本身和其所设计的工程文件都提供了很好的加密保护功能。

第四节　界面组成及功能

一、编辑模式程序主界面及功能

利用新建工程向导建立新工程和修改模式打开已有工程，系统都会进入可编辑状态，程序运行主界面如图 2-25 所示。

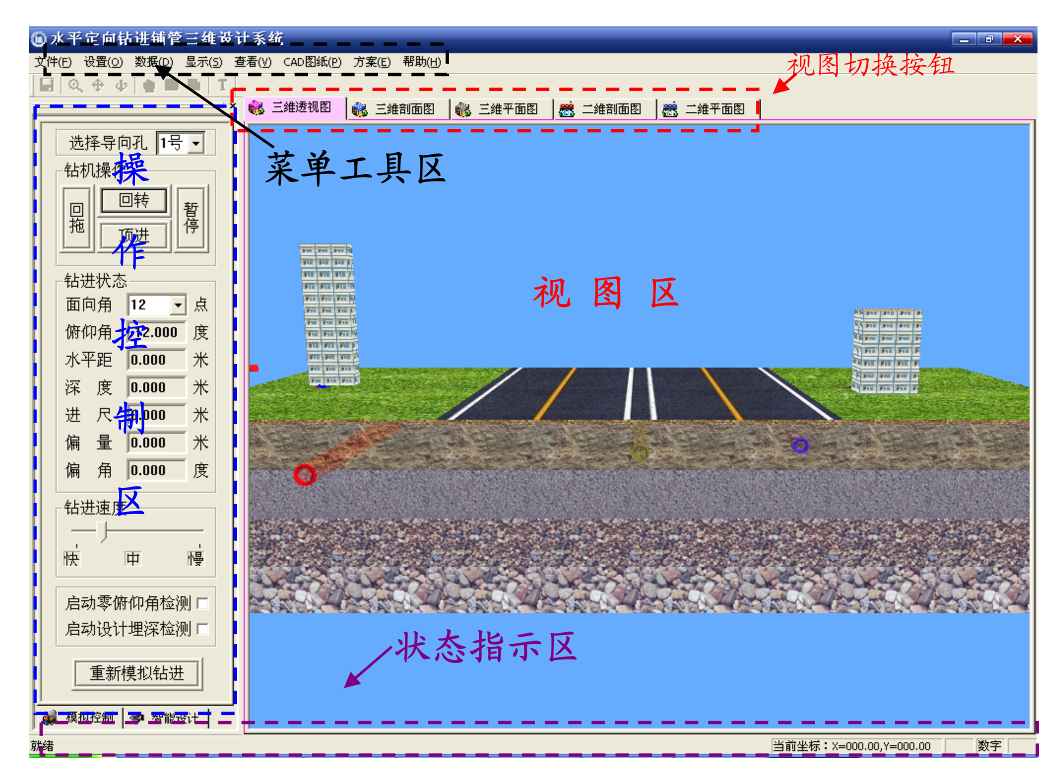


图 2-25 编辑模式程序主界面

界面主要分为四个区域：菜单工具栏区、操作控制区、视图区和状态指示区。每个部分所包含的内容和功能如下：

（一） 菜单工具栏区

（1） 菜单栏

菜单栏包含了<文件>、<设置>、<数据>、<显示>、<查看>、<CAD 图纸>、<方案>和<帮助>八个菜单项。

◆ <文件>菜单：单击文件菜单，将会弹出其下拉菜单项，



图 2-26 文件菜单项

保存：将当前的工程项目存储到本地硬盘上。如果是第一次执行该命令，将会弹出文件保存路径选择对话框。

另存为：可以更改文件的保存路径，并进行文件保存操作。如图 2-26 所示。

打印：执行打印操作。打印当前的二维视图，包括二维平面图和二维剖面图。

打印预览：预览当前要打印的内容。

打印设置：该项可以设置打印的基本信息，包括打印机的型号、纸张型号、打印页数等。

文件加密（更改文件密码）：该项可以设置（更改）工程文件的加密密码。对于没有被加密的工程文件，该项显示为“文件加密”，如果想对工程进

行加密处理，可以单击该项，系统将会弹出如图 2-27 所示的文件加密对话框，输入文件加密密码和密码确认后点击<加密>按钮，加密成功后，必须保存文件，加密方可生效；如果打开的文件已经被加密过，该项显示为“更改文件密码”，点击该项系统将会弹出如图 2-28 所示的更改文档密码对话框，依次输入旧密码、新密码和重复新密码三个文本输入框，然后点击<修改>按钮使密码更改生效，同样，更改密码后请进行文件保存。

退出：退出应用程序。

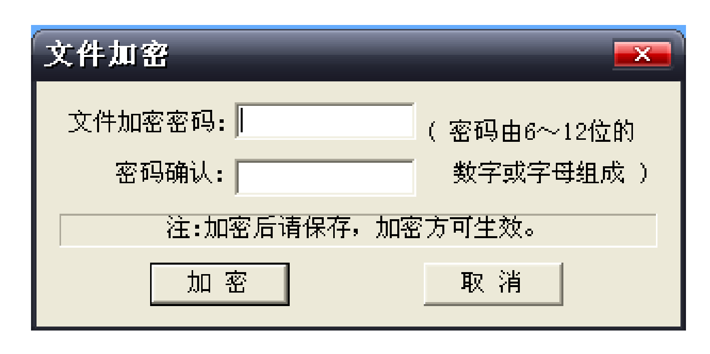


图 2-27 文件加密对话框

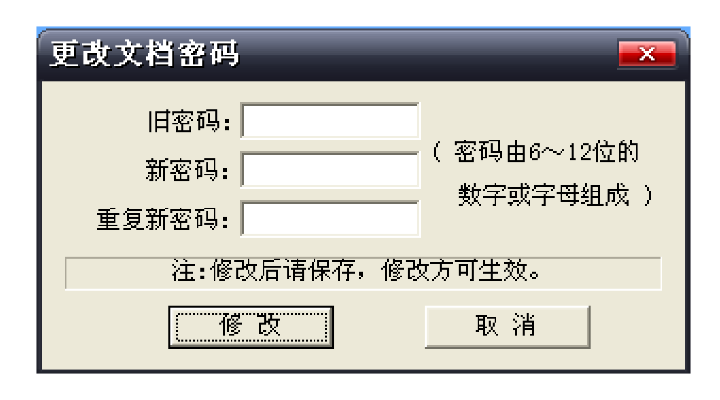


图 2-28 改文件密码对话框

◆ <**设置**>菜单：单击设置菜单，将会弹出其下拉菜单项，如图 2-29 所示。

工程信息：查看和更改工程基本信息，内容与新建工程向导中的第一步“新工程信息”相同。

地形数据：查看和更改地形数据，内容与新建工程向导中的第二步“穿越区域地形、地貌”相同。

建筑物数据：查看和更改建筑物数据，内容与新建工程向导中的第三步“穿越区域地表建筑、地层数据”相同。

机械数据：查看和更改机械设备数据，内容与新建工程向导中的第四步“施工用机械参数”相同。

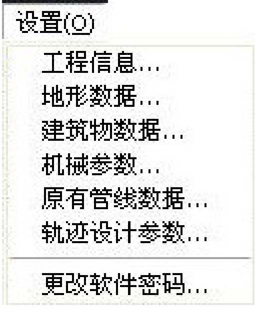


图 2-29 设置菜单项

原有管线数据：查看和更改原有管线数据，内容与新建工程向导中的第四步“原有地下管线数据”相同。

轨迹设计参数：查看和更改轨迹设计数据，内容与新建工程向导中的第六步“轨迹设计参数”相同。

更改软件密码：更改软件运行密码。软件运行初始密码为 kcgcjys，单击该菜单项系统将会弹出如图 2-30 所示的更改软件运行密码对话框。输入正确的旧密码、新密码和重复新密码后，单击<修改>按钮即可完成软件运行密码的修改。

注：请妥善保管好您的软件运行密码。

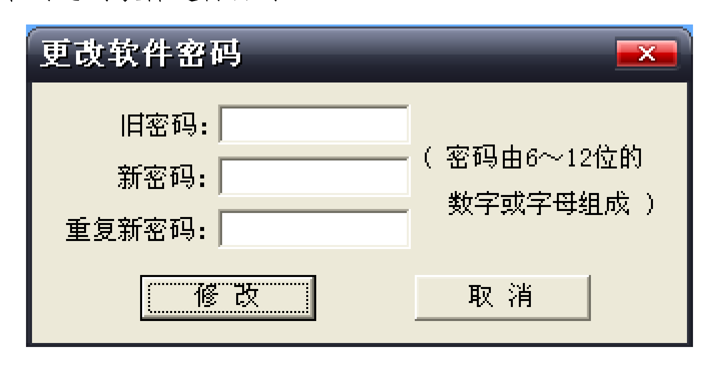


图 2-30 更改软件运行密码对话框

◆ <数据>菜单：单击数据菜单，将会弹出其下拉菜单项，如图 2-31 所示，通过该菜单项可以查看和打印输出相关的数据信息。

数据(D)
模拟轨迹数据...
设计轨迹数据...
实际轨迹数据...
地下管线数据...
控制点数据...

图 2-31 数据菜单项

模拟轨迹数据：查看和打印以模拟钻进仿真设计方法设计的钻孔轨迹数据。

设计轨迹数据：查看和打印以智能设计方法设计的钻孔轨迹数据。

实际轨迹数据：查看和打印实际导向钻孔轨迹数据。

地下管线数据：查看和打印原有地下管线数据和原有地下管线与所设计轨迹之间的距离数据。

控制点数据：查看智能设计所设置的控制点数据。

详细情况请参看下面有关章节。

◆ <显示>菜单：单击显示菜单，将会弹出其下拉菜单项，如图 2-32 所示，通过该菜单项可以控制视图中各要素的显示与隐藏。

模拟轨迹一：控制以模拟钻进仿真方法设计的一号导向孔轨迹在三维视图和二维视图的

显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

模拟轨迹二: 控制以模拟钻进仿真方法设计的二号导向孔轨迹在三维视图和二维视图的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

模拟轨迹三: 控制以模拟钻进仿真方法设计的三号导向孔轨迹在三维视图和二维视图的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

设计轨迹一: 控制以指定控制点智能方法设计的一号导向孔轨迹在三维视图和二维视图的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

设计轨迹二: 控制以指定控制点智能方法设计的二号导向孔轨迹在三维视图和二维视图的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

设计轨迹三: 控制以指定控制点智能方法设计的三号导向孔轨迹在三维视图和二维视图的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

实际轨迹一: 控制一号导向孔实际钻孔轨迹在三维视图和二维视图中的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

实际轨迹二: 控制二号导向孔实际钻孔轨迹在三维视图和二维视图中的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

实际轨迹三: 控制三号导向孔实际钻孔轨迹在三维视图和二维视图中的显示功能，该项前面带有“√”时，表示显示该曲线（如果轨迹存在）。

显示(S)
✔ 模拟轨迹一
✔ 模拟轨迹二
✔ 模拟轨迹三
✔ 设计轨迹一
✔ 设计轨迹二
✔ 设计轨迹三
✔ 实际轨迹一
✔ 实际轨迹二
✔ 实际轨迹三
✔ 一号控制点
✔ 二号控制点
✔ 三号控制点
✔ 显示地层(D)
✔ 工具栏(T)
✔ 状态栏(S)
✔ 控制面板(C)

图 2-32 显示菜单项

一号控制点: 控制在三维视图中是否显示设计一号导向孔所用的控制点，该项前面带有“√”时，表示显示该控制点（如果控制点存在）。

二号控制点: 控制在三维视图中是否显示设计二号导向孔所用的控制点，该项前面带有“√”时，表示显示该控制点（如果控制点存在）。

三号控制点: 控制在三维视图中是否显示设计三号导向孔所用的控制点，该项前面带有“√”时，表示显示该控制点（如果控制点存在）。

显示地层：控制三维视图中是否显示地层，该项前面带有“√”时，表示显示地层。

工具栏: 控制工具栏在程序界面中的显示与隐藏，该项前面带有“√”时，表示显示工具栏。

状态栏：控制状态栏在程序界面中的显示与隐藏，该项前面带有“✓”时，表示显示状态栏。

控制面板：控制控制面板在程序界面的显示与隐藏，该项前面带有“✓”时，表示显示控制面板。

◆ <**查看**>菜单：单击查看菜单，将会弹出其下拉菜单项，如图 2-33 所示，通过该菜单项可以改变观看三维模型的视点位置，达到不同的查看效果。

旋转：选择该项后，三维透视图模式下鼠标将会变为“”，在按住鼠标的同时移动鼠标，即可实现三维模型的任意旋转操作。

移动：选择该项后，三维视图模式下鼠标将会变为“”，在按住鼠标的同时移动鼠标，即可实现三维模型的任意移动操作。

缩放：选择该项后，三维视图模式下鼠标将会变为“”，在按住鼠标的同时移动鼠标，即可实现三维模型的任意缩放操作。

查看(V)
旋转(R)
移动(M)
缩放(S)

图 2-33 查看菜单项

◆ <CAD 文件>菜单：单击 CAD 文件菜单，将会弹出其下拉菜单项，通过该菜单项可以对 CAD 文件输出进行相应操作。具体操作见第八章。

◆ <**方案**>菜单：单击方案菜单，将会弹出其下拉菜单项，通过该菜单项可以选择设计的辅助功能。具体操作见第九章。

(2) 工具栏

主程序提供的工具栏和相应功能如图 2-34 所示。其中保存文件、三维放大、三维移动和三维旋转按钮与菜单中相应的功能相同。后面四个按钮均为二维视图中的操作按钮。具体如下：

三维放大 三维旋转 二维全屏 添加文字
保存文件 三维移动 二维移动 设置比例

图 2-34 工具栏

二维移动：移动二维的平面图和剖面图。

二维全屏：单击此按钮，将会使二维视图按照视图窗口的大小显示。

设置比例：设置二维视图的横纵坐标比例尺。

添加文字：在二维视图中添加文字。

详细应用请参见后述有关章节。

（二）操作控制区

操作控制区是进行导向孔轨迹设计的通道，包括模拟钻进仿真设计轨迹和智能辅助设计轨迹。图 2-35 为模拟钻进仿真设计轨迹操作面板，图 2-36 为智能辅助设计轨迹的操作面板。

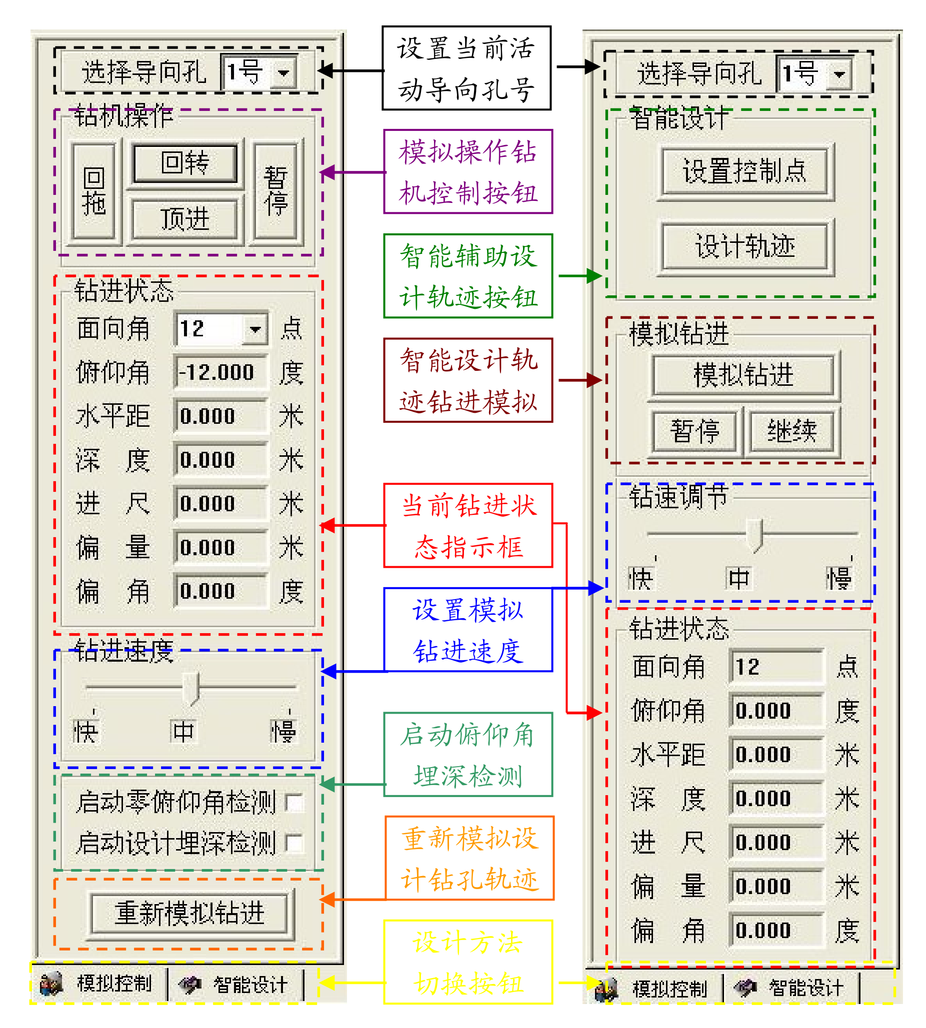


图 2-35 模拟钻进仿真设计轨迹操作面板　　　　图 2-36 智能辅助设计轨迹的操作面板

选择导向孔： 对于要求设计多个导向孔（最多为三个）轨迹的非开挖铺管工程，可以通过该项设置当前所设计的导向孔号。

钻机操作： 进行模拟钻进仿真设计导向孔轨迹时，模拟控制钻机的方法，包括回转钻进、顶进钻进、回拖钻具和停止钻进。

钻进状态： 在模拟钻进仿真设计轨迹操作面板中，除了可以动态实时显示设计轨迹当前的钻进状态外（包括了水平距离、深度、进尺、俯仰角、面向角、偏量和偏角），还可以通过面向角后面的下拉选择框按“12”点表示方法设置顶进时钻具的面向角。

钻进速度： 设置模拟钻孔钻进时钻进的速度。

启动俯仰角检测: 在模拟钻进仿真设计钻孔轨迹时，可以通过该项启动和停止俯仰角检测功能进行精确设计轨迹。在模拟钻进的过程中，如果启动了俯仰角检测功能，当钻具的俯仰角为零度时，会自动停止钻进。

启动设计埋深检测: 在模拟钻进仿真设计钻孔轨迹时，可以通过该项启动和停止设计埋深检测功能进行精确设计轨迹。在模拟钻进的过程中，如果启动了钻孔埋深检测功能，当钻具的深度达到设计埋深时，会自动停止钻进。

重新模拟钻进: 在模拟钻进仿真设计导向孔轨迹时，单击此按钮可以删除已设计的轨迹，重新模拟设计。

设置控制点: 智能辅助设计轨迹时，设置轨迹经过的控制点信息。

设计轨迹: 根据所指定的控制点，智能设计导向孔轨迹。

模拟钻进: 对智能设计出的轨迹进行模拟钻进仿真，呈现钻孔形成的全过程，同时动态显示钻进状态信息。

设计方法切换按钮: 完成模拟钻进仿真设计轨迹操作面板和智能辅助设计轨迹操作面板的切换。

（三） 视图区

视图区显示三维视图和二维视图，并能够接受用户的鼠标输入。不同视图切换可以通过视图区上面的切换按钮完成，如图 2-37 所示。



图 2-37 视图切换按钮

三维透视图: 透视图显示模式是一种全三维立体视图，可以任意旋转、移动和缩放模型，从而能够从不同的角度、方位和以不同的比例观看三维立体模型，生动、形象、逼真。图 2-38 为三维透视图模式下某一视点效果图。

三维剖面图: 是沿钻孔轨迹走向方向的三维断面图。在该视图显示模式下，可以缩放和移动视图内的模型，能够较真实的反映出钻孔轨迹与原有地下管线的位置关系。一般在该视图模式下进行导向孔轨迹设计。图 2-39 为三维剖面图模式下效果图。

三维平面图: 反映钻孔轨迹、原有地下管线和其他构筑物之间在水平面上所处的三维位置关系。图 2-40 为三维平面图模式下效果图。

二维剖面图: 是沿钻孔轨迹走向方向的二维断面图，可以按一定的横纵坐标比例显示，

能够添加文字、打印输出等。图 2-41 为二维剖面图模式下效果图。

二维平面图： 反映钻孔轨迹、原有地下管线和其他构筑物之间在水平面上所处的平面位置关系。可以按一定的横纵坐标比例显示，能够添加文字、打印输出等。图 2-42 为二维平面图模式下效果图。

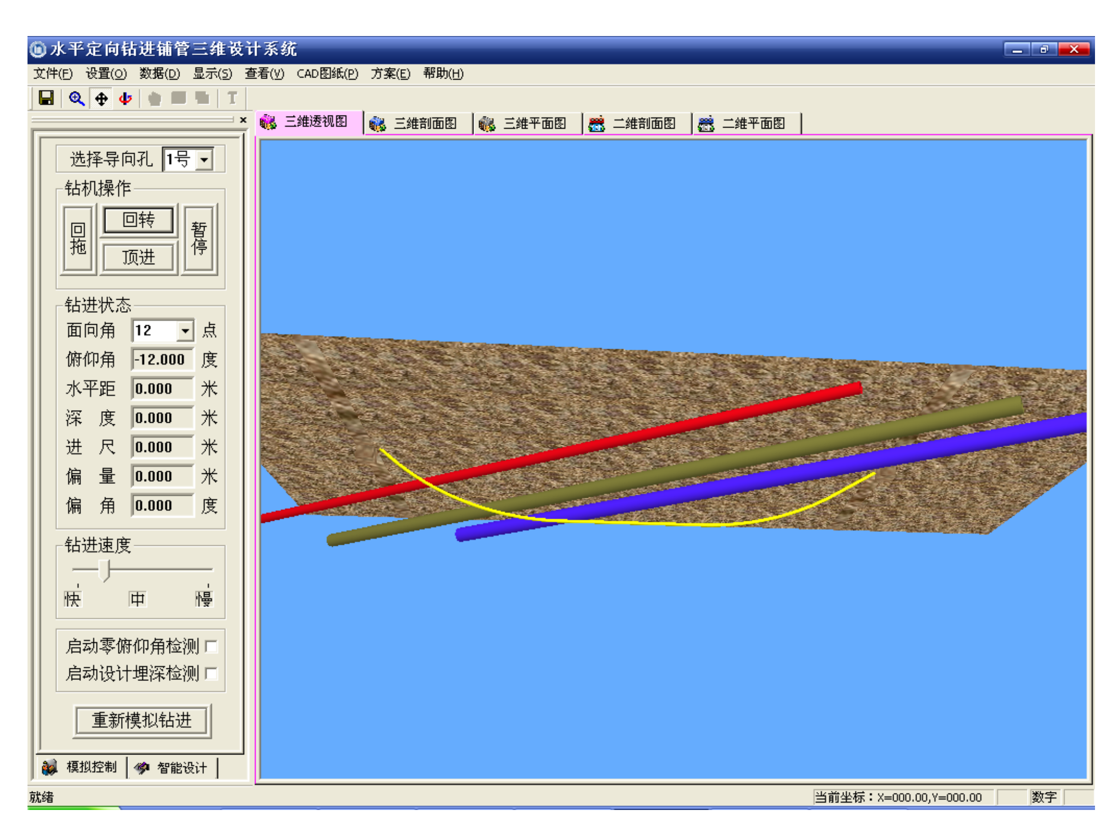


图 2-38 三维透视图模式

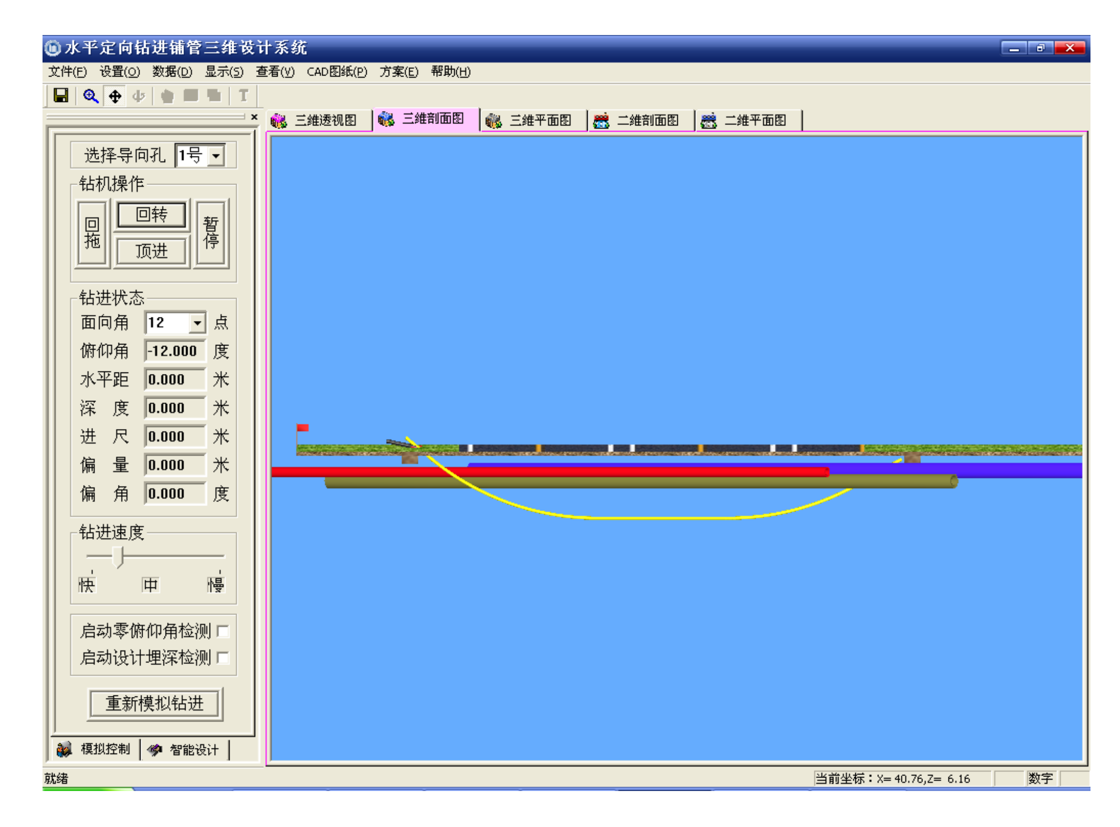


图 2-39 三维剖面图模式

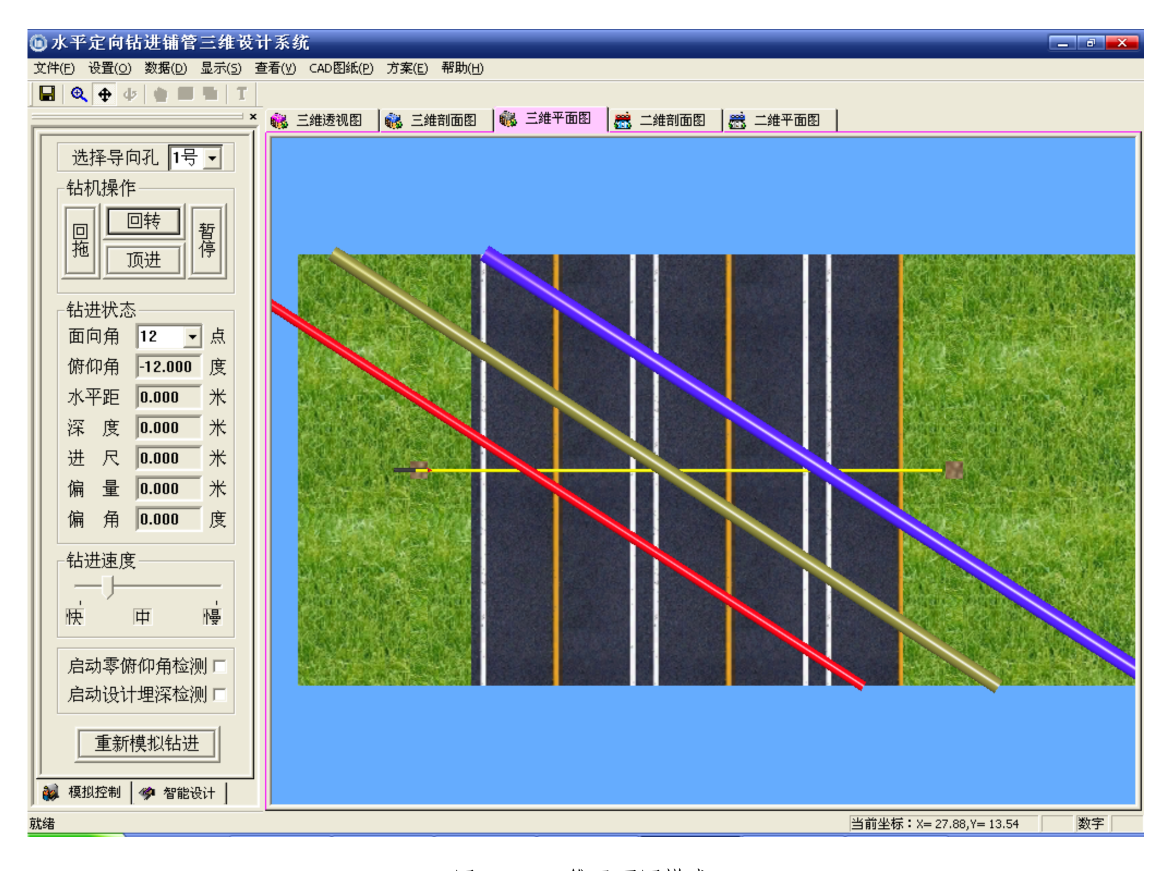


图 2-40 三维平面图模式

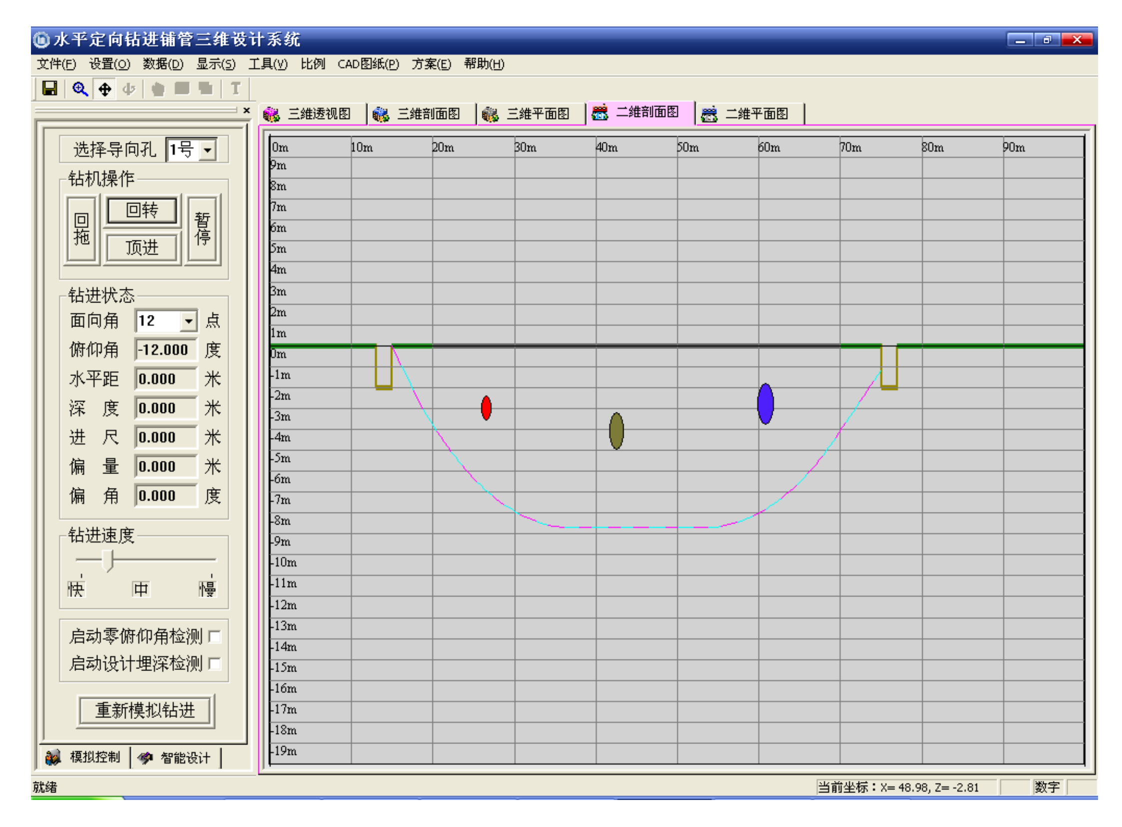


图 2-41 二维剖面图模式

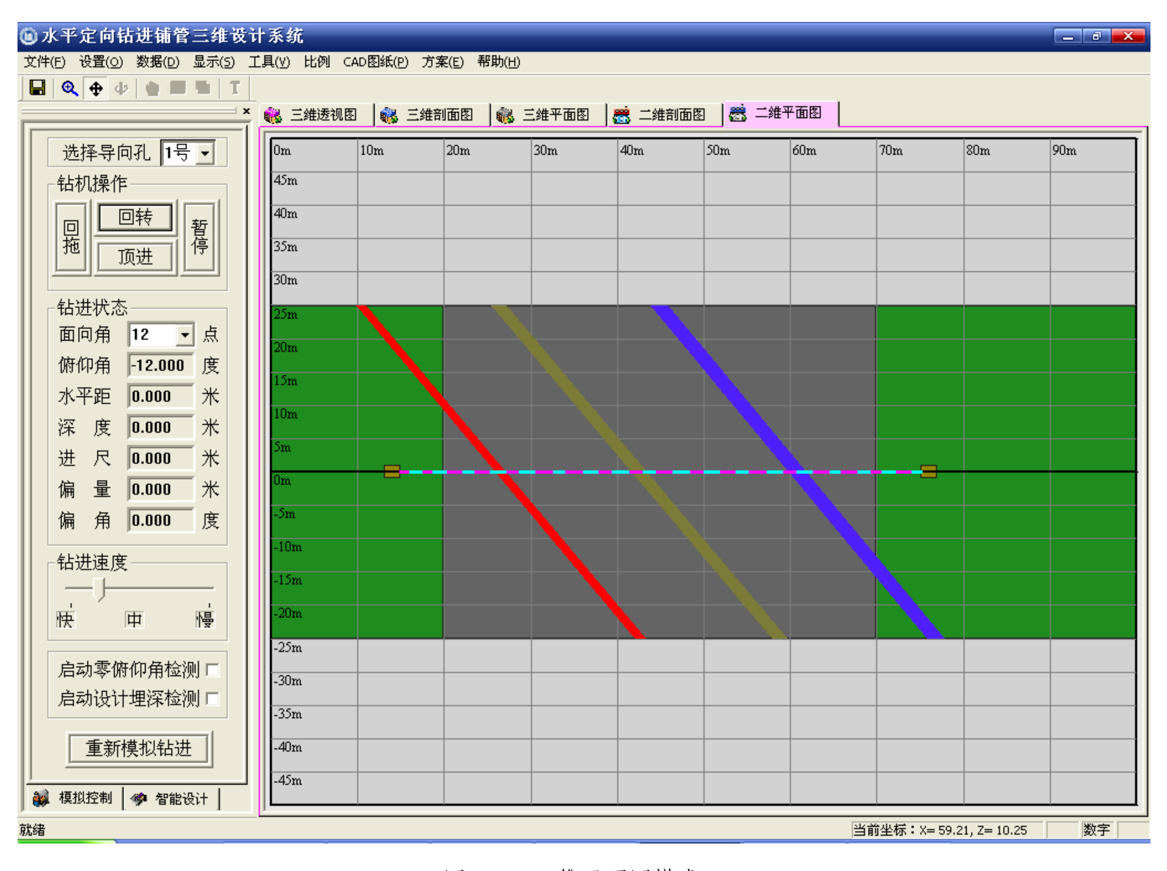


图 2-42 二维平面图模式

（四）状态指示区

除了三维透视图显示模式外，在状态栏中显示鼠标当前位置在三维模型中的坐标，包括鼠标当前所处的水平距离、深度和偏距信息，如图 2-43 所示。三维剖面图和三维平面视图模式下，显示的坐标以入土点为坐标原点；二维剖面图和二维平面视图模式下，显示的坐标以建立三维模型的原点为坐标原点。剖面图模式显示鼠标当前所在的距离（X）和深度（Z）坐标，平面图模式显示鼠标当前所在的距离（X）和偏距（Y）坐标，单位均为米。

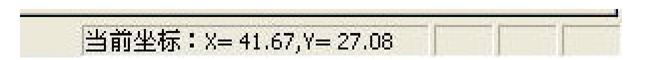


图 2-43 状态栏中实时显示鼠标当前位置坐标

二、只读模式程序主界面及功能

以只读模式打开已有工程，系统会进入只读程序界面，程序运行界面如图 2-44 所示。

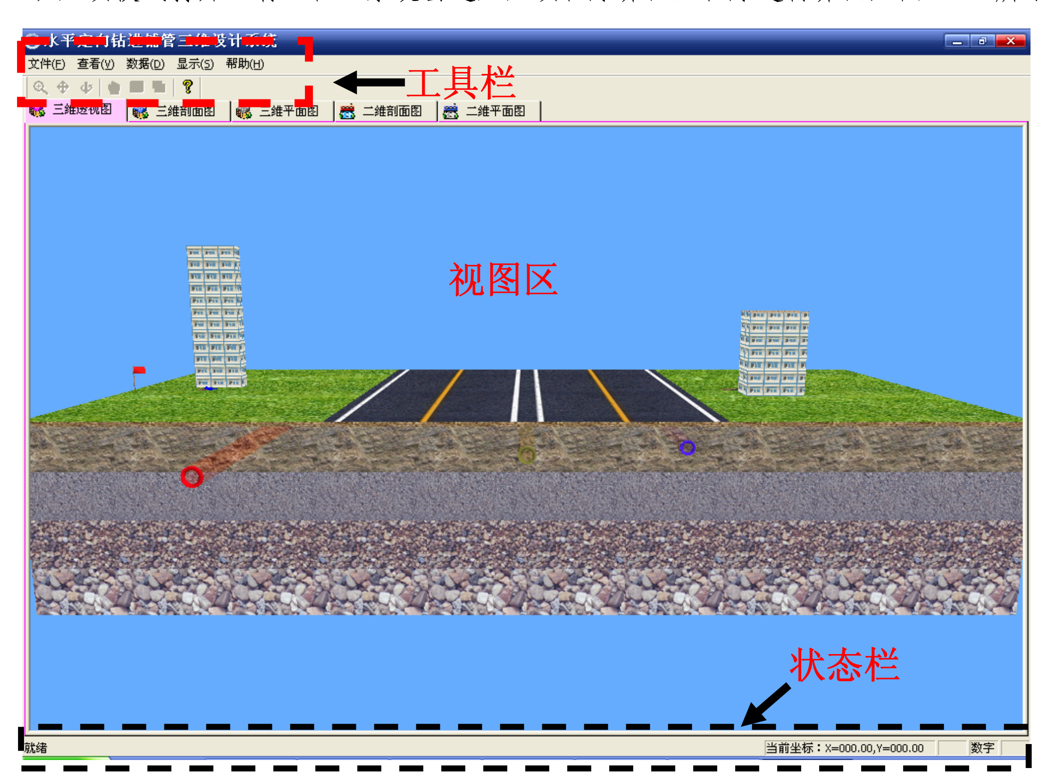


图 2-44 只读模式程序主界面

只读模式程序界面与修改模式程序界面主要有五点不同：

1、没有操作控制区，不能进行轨迹的设计和更改。

2、菜单栏没有<设置>菜单，但<设置>菜单中的菜单项被移植到<数据>菜单中。

3、 <文件>菜单中没有“文件加密（更改文件密码）”菜单项。

4、 <显示>菜单中，没有“控制面板”显示控制菜单项。

5、 所有的数据不可更改，只能查看和打印输出。

除以上所提到的五点外，其他部分的功能和操作方法均与修改模式下相同。

第三章 导向孔轨迹三维模拟设计

第一节 三维模拟设计的意义

随着城市地下管线日趋复杂及对环保的提倡，非开挖导向钻进铺管技术在城市地下管线铺设工程中显得越来越重要，同时对导向钻孔轨迹的设计和施工要求也越来越高。精确地控制导向钻孔轨迹，确保避开原有地下管线及障碍物，按设计路线准确、顺利地铺管是导向钻进铺管的关键技术所在。

导向孔轨迹设计方案是否可行、合理和优化直接关系着导向钻进施工的难易程度、施工效率和工程造价等方面，是科学地进行导向钻进非开挖铺管工程施工的前提。目前，像“直线－圆弧－直线－圆弧－直线”等形式的导向孔轨迹设计方法大多都与具体的工程施工相脱离，合理性和可操作性较差。如钻孔的弯曲强度一般都是通过经验公式确定，并没有考虑实际地层、钻具等因素的影响；设计的轨迹往往都是理论中理想的钻孔轨迹路线，且没有提供相应的导向控制指导方案，给工程施工带来了极大的困难，导致施工钻孔轨迹与设计轨迹相差较大。如果没有预见性地盲目进行导向孔施工，轻则不能达到设计的轨迹线路；重则钻至

原有地下管线，造成严重经济损失，甚至影响国家、军事等重要机关的正常运作，造成重大事故。因此，有计划性的对导向孔进行导向控制，不仅可以达到设计钻孔轨迹的要求，而且可以确保安全，同时也可大大的提高工作效率，使工程顺利进行。可见，在一个导向孔施工前，如果能够根据实际的地层情况和钻进工艺进行提前仿真模拟，提供可靠的导向方案，对导向孔的准确、顺利、安全施工有着及其重要的意义。

第二节 三维模拟设计的原理

三维模拟设计是利用计算机的三维可视化及数值模拟仿真技术进行导向钻进非开挖铺管工程中的导向孔轨迹合理优化设计的方法。

利用计算机进行模拟仿真设计的前提是建立符合导向钻进非开挖铺管工程实际情况且能够为导向孔轨迹的设计提供完整约束的全三维量化施工环境模型。对于一个具体的非开挖铺管导向钻进工程，这里所指的施工环境主要包括以下几个方面：①施工区域的地貌、地形（高程）和地层情况；②施工区域地下原有管线情况；③可能对施工产生干扰的地表建筑物情况；④所用机械设备选型；⑤工程基本设计参数等。建立一个完整的施工环境需要详细的地质勘探资料、原有管线勘探资料、机械设备性能参数和工程基本设计要求。首先对具体非开挖铺管工程的施工环境进行三维量化处理，将影响钻孔轨迹设计的所有因素进行参数化，以参数形式输入计算机建立三维施工环境模型。

在用导向钻机进行导向孔施工中，影响导向孔轨迹的关键操作有两个：一是钻机在回转的同时施加给进力；二是钻机在不回转时施加给进力。导向钻进的基本原理就是利用端部带有斜面的导向钻头，当以回转的方式钻进时，钻孔的轨迹为一条直线，即钻孔的俯仰角和方位角保持不变；当以某一面向角给进时，钻孔轨迹将会按照一定的曲率发生弯曲偏转。这个曲率与岩土性质、钻具的抗弯刚度、斜面钻头的结构形状等因素有关。在不同的施工环境下，钻孔的弯曲程度是不尽相同的，实际钻孔的弯曲程度用造斜强度来表示。图 3-1 为导向钻进的基本原理图。

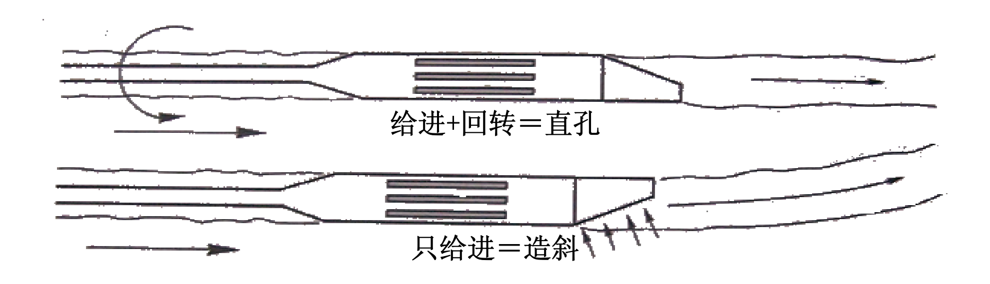


图 3-1 导向钻进基本原理

三维模拟设计的基本原理是在所建立的三维施工环境中，模拟导向钻进的基本原理和方法，通过模拟操作导向钻机进行导向孔轨迹设计。模拟操作钻机的方法有控制钻机的回转、顶进、回拖、停止和设置钻头的面向角。当以回转的方法钻进时，钻孔保持俯仰角和方向角（偏角）不变，设计出的轨迹为一段直线；当以某一面向角顶进时，系统会根据所设置的面向角和钻孔的弯曲半径，设计出符合要求的一段圆弧钻孔轨迹。用户就可以根据工程要求、原有地下管线及障碍物情况，在三维施工环境模型中以模拟钻进的方法进行仿真设计导向孔轨迹，同时软件提供了许多强大的辅助设计功能，为轨迹的优化、合理、快速设计提供了便利条件。

第三节 三维模拟设计方法

一、建立三维施工环境模型

在进行三维模拟设计导向孔轨迹前，必须建立三维量化施工环境模型。软件提供了功能强大的新工程向导，用户只需根据工程资料按照向导的提示依次输入数据即可建立三维模型（详细说明参见第二章）。成功建立三维施工环境模型后，程序界面如图 3-2 所示。

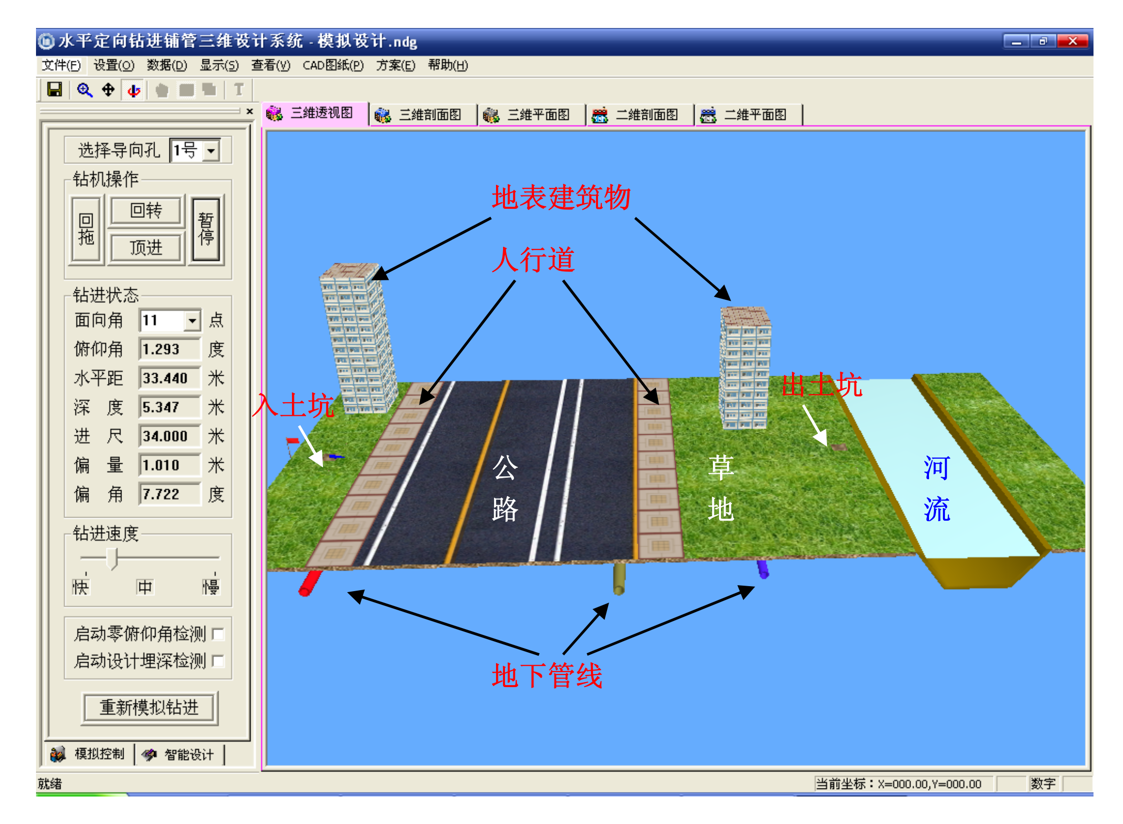


图 3-2 三维施工环境模型

二、导向孔轨迹设计方法

建立三维施工环境模型后，即可进行导向孔轨迹的模拟仿真设计。单击操作控制区中的设计方法切换按钮<模拟控制>，将设计控制面板切换到模拟钻进仿真设计轨迹操作面板，如图 3-2 所示界面。切换视图到三维剖面图模式或三维平面图模式。选用视图的模式应根据设计的需要设定，不同的视图反映了钻孔轨迹在某一断面的空间位置关系。模拟设计轨迹的方法如下:

1、 回转钻进

在钻机处于停止钻进的状态下，单击模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上的<回转>按钮，系统将会模拟钻机回转钻进的动作，形成直线段的导向孔轨迹，同时控制面板中钻进状态栏中的数据会随着钻进实时更新，显示当前钻头所处的位置和状态。图 3-3 为模拟回转钻进形成导向孔轨迹效果图。

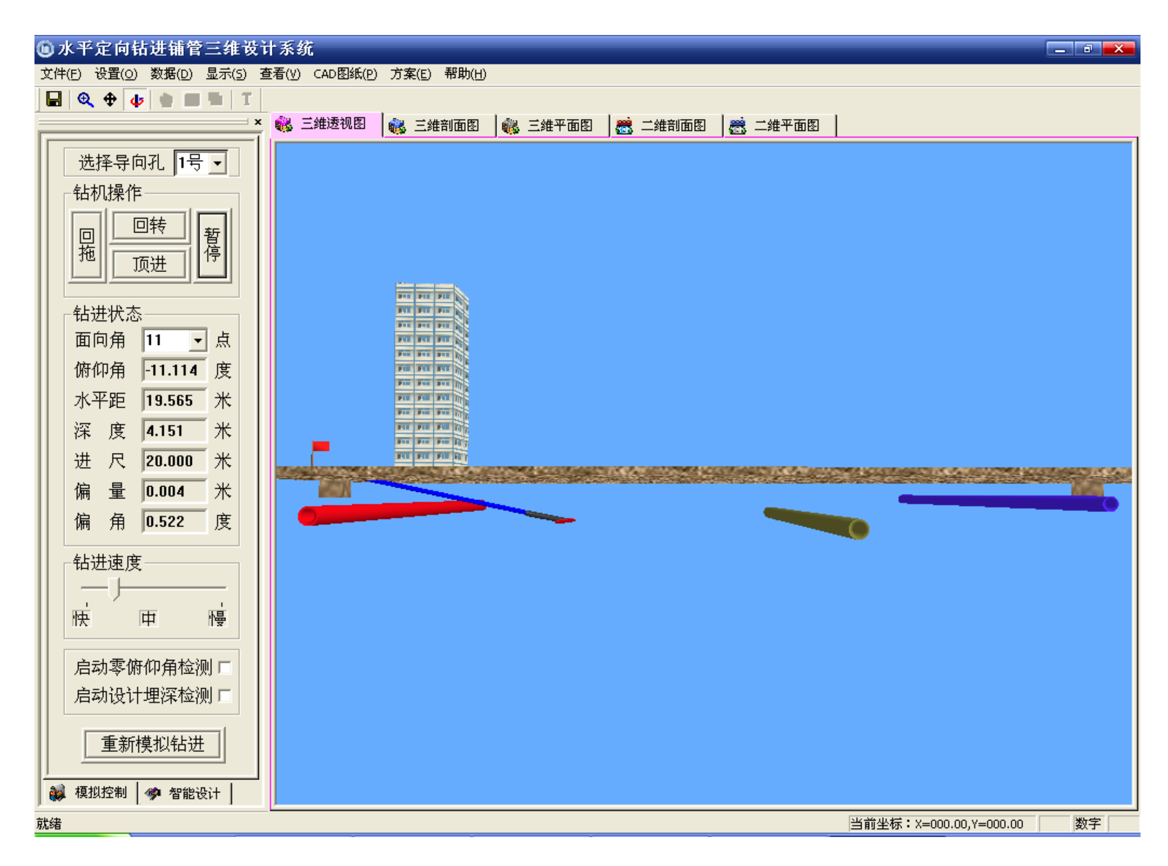


图 3-3 回转钻进导向孔轨迹

2、 顶进钻进

在顶进钻进前，要设置钻头的面向角。在钻机处于停止钻进的状态下，通过模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上的<面向角>选项可以设置面向角为 1 点、2 点、3 点、4 点、5 点、6 点、7 点、8 点、9 点、10 点、11 点、12 点，各点与钻头斜面所处方位的对应关系如图 3-4 所示。

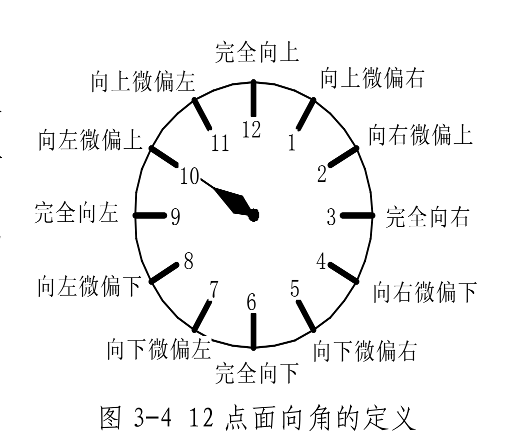


图 3-4 12 点面向角的定义

在钻机处于停止钻进的状态下，根据工程要求和原有地下管线及障碍物的空间位置设置顶进的面向角，然后单击模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上 的<顶进>按钮，系统将会模拟钻机以某一面向角顶进钻进的动作，形成弯曲半径一定的导向孔轨迹，同时控制面板中钻进状态栏中的数据会随着钻进实时更新，显示当前钻头所处的位置和状态。图 3-5 为以 12 点面向角顶进一段距离后所形成的导向孔轨迹效果图。

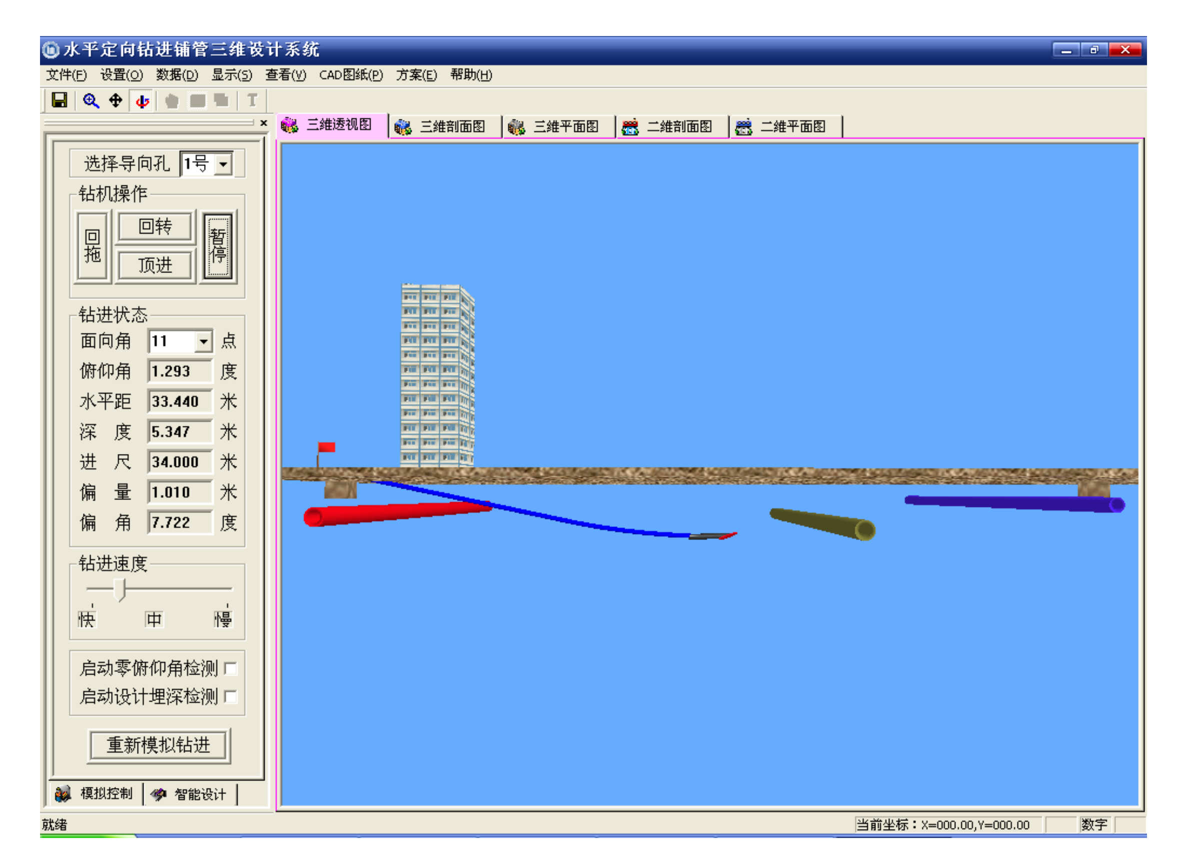


图 3-5 顶进钻进导向孔轨迹

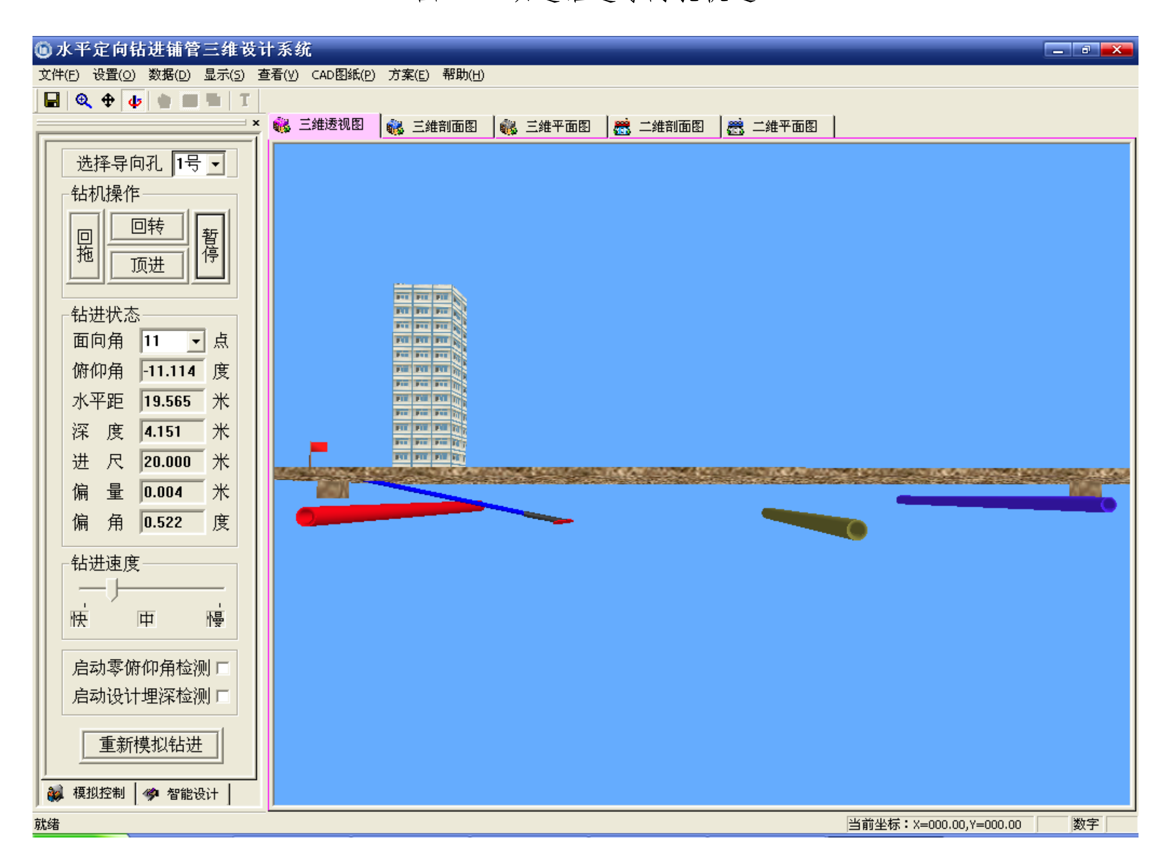


图 3-6 回拖钻杆后的导向孔轨迹

3、 回拖钻具

当钻至原有地下管线或对现有导向孔轨迹不理想时，可以通过模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上的<回拖>按钮，将钻杆拖回一段距离，便于改变导向方案，重新设计导向孔轨迹。钻机处于停止钻进的状态下，单击模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上的<回拖>按钮，系统将会模拟钻机回拖钻杆的动作，将钻杆后退。在钻杆后退的同时，控制面板中钻进状态栏中的数据同样会实时更新，显示当前钻头所处的位置和状态。图 3-6 是回拖一段距离后的导向孔轨迹设计效果图。

4、 暂停钻进

在改变钻进状态前，必须先停止钻机的运作。单击<暂停>按钮即可停止钻机运转。

三、优化导向孔轨迹

为了得到一套最佳的优化导向孔设计轨迹和相应导向控制操作方案，在实际施工前，用户可以使用该软件对导向钻进进行反复模拟演示。按某一套方案模拟下来后，其偏差是否过大、钻头是否打到了障碍物等情况一目了然。如果觉得这套方案不理想，可以分析修改原输入参数（如入土角、入土点位置等）或改变钻进过程（顶进和回转的过程组合），再进行模拟。经过若干次模拟就可以得到一套最佳的导向控制操作方案。

图 3-7 表示经过 3 次模拟最终确定合理的控向方案的过程。第 1 次模拟上偏过早，钻头会打到上面的自来水管；第二次模拟上偏太迟，钻头虽饶过自来水管，但无法急拐从通讯线涵道上部穿越；第 3 次模拟根据前 2 次的数据，取适中的上偏起始点，得到了理想的轨迹。

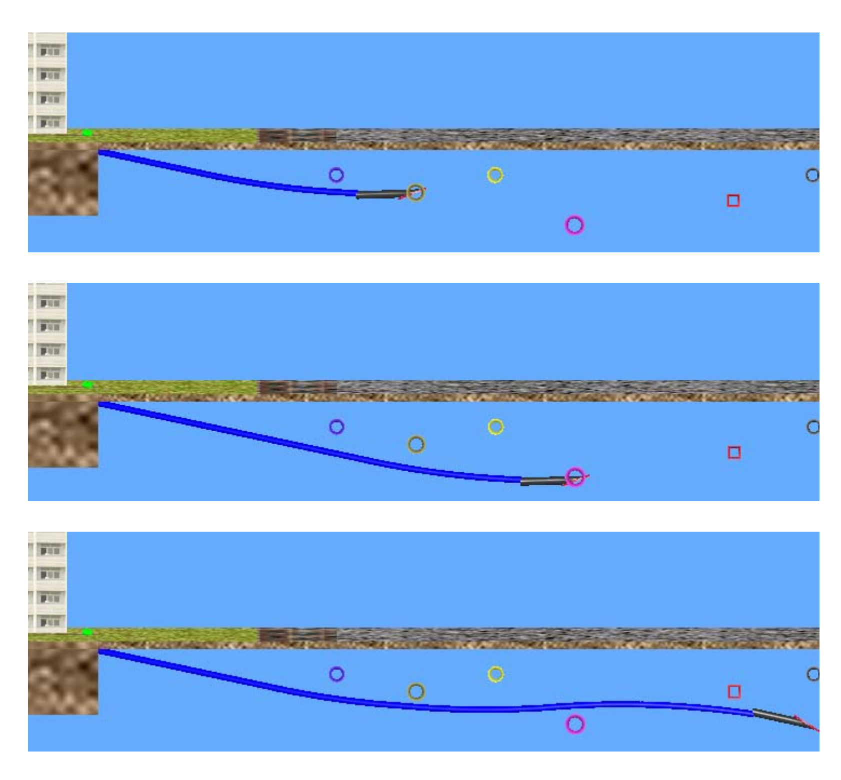


图 3-7 导向钻进轨迹模拟图例

第四节 辅助优化设计

一、多条导向孔轨迹设计

软件允许在同一个施工环境模型中设计多条导向孔轨迹。对于某些非开挖铺管工程，往往施工一个导向钻孔并不能满足工程的要求。如在铺设电力管线的非开挖铺管工程中，当铺设的管线为 20 根电缆时，由于导向钻机能力限制和施工的难易程度，并不能一次将 20 根电缆同时铺设完成。这种情况就需要“两枪”，即在同一个入土坑和出土坑之间施工两个导向孔。因此这样的工程，就需要在同一个工程环境中设计多条导向孔轨迹。本软件最多可以在同一个施工环境模型中设计三条轨迹。

（一） 设置多条导向孔轨迹

1、 新建工程时，在新建工程向导的第六步——轨迹设计参数中，“导向孔孔数”后面的数字即为在工程中所设计的导向孔孔数，可以通过后面的微调按钮进行设置。

2、 修改已有工程。在修改模式程序主界面中，点击<设置>菜单，选择<轨迹设计参数>菜单项，将会打开与新建工程向导界面相似的对话框，改变导向孔孔数即可。

（二） 设置当前活动的导向孔号

通过模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上的“选择导向孔”后面的下拉式选择框可以更改当前活动的导向孔孔号，同时在下拉框中反映了工程中总的导向孔孔数，如设置导向孔孔数为 2 个，那么下拉框中可以选择的仅有“1 号”和“2 号”两个选项。

（三） 设计多条导向孔轨迹

设计多条导向孔轨迹时，需对每条导向孔轨迹分别进行设计，其设计方法与上述关于模拟导向设计轨迹的操作方法相同，只需切换当前活动的导向孔孔号即可。图 3-8 为用模拟钻进仿真设计方法设计的两条导向孔轨迹平面图。

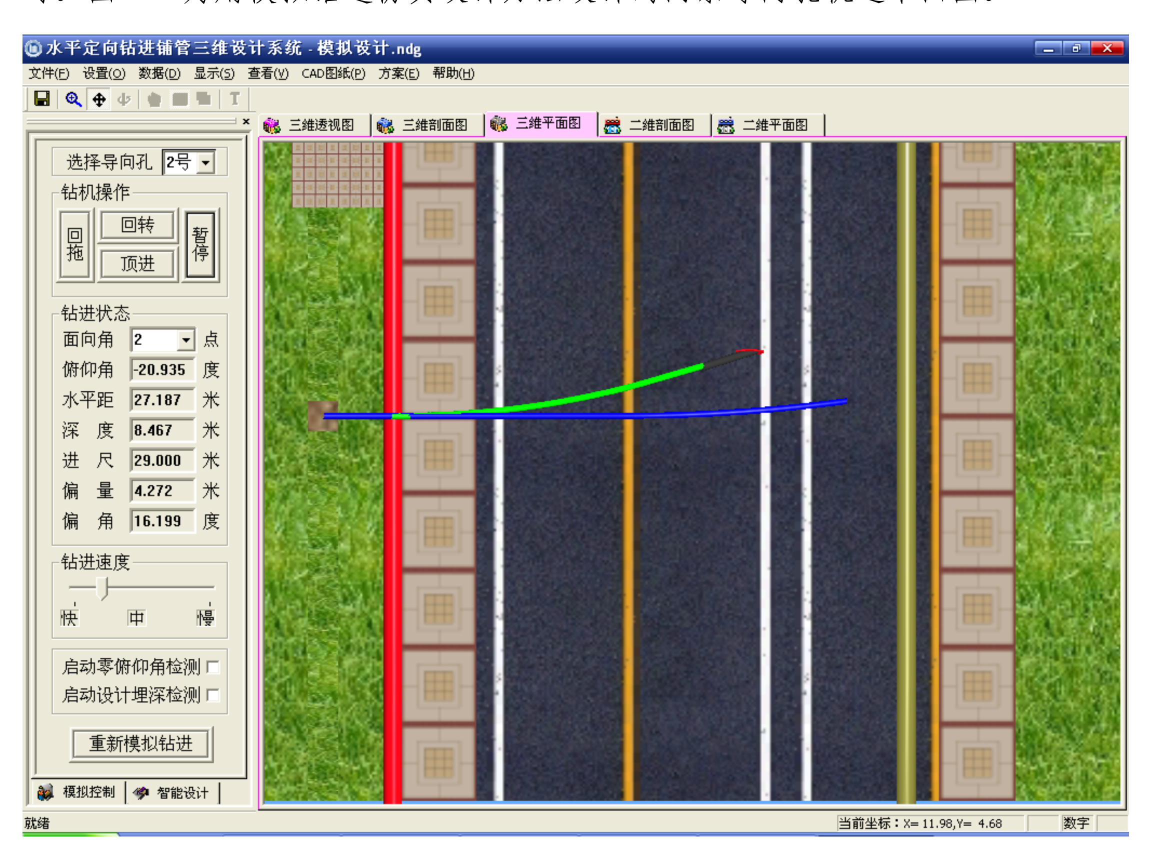


图 3-8 多条导向孔轨迹平面效果图

二、设置钻进速度

通过模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上的“钻进速度”调节滑块可以设置模拟设计时钻进的速度。钻进速度过快，不易精确控制导向孔的轨迹；钻进速度过慢，有利于设计轨迹时对轨迹的精确控制，但设计轨迹的时间较长。在设计导向孔轨迹的过程中，应根据需要设置钻进速度。在钻机运作时改变钻进速度不会生效，只有在下次运转钻机进行钻进时，钻进速度才会发生改变。

三、俯仰角检测功能

在设计导向孔轨迹时，为了能够精确地控制钻孔为水平轨迹，系统提供了俯仰角检测的功能。启动俯仰角检测功能后，系统对钻头的当前状态进行实时检测，如果钻头的俯仰角达到零度，系统将会自动停止钻进并弹出俯仰角检测提示框，如图 3-9 所示。

启动俯仰角检测功能的方法是单击选择模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上“启动俯仰角检测”选项，此时小方框中出现“√”表示已启用该功能，再次点击“启动俯仰角检测”选项，小方框中的“√”消失，取消俯仰角检测功能。

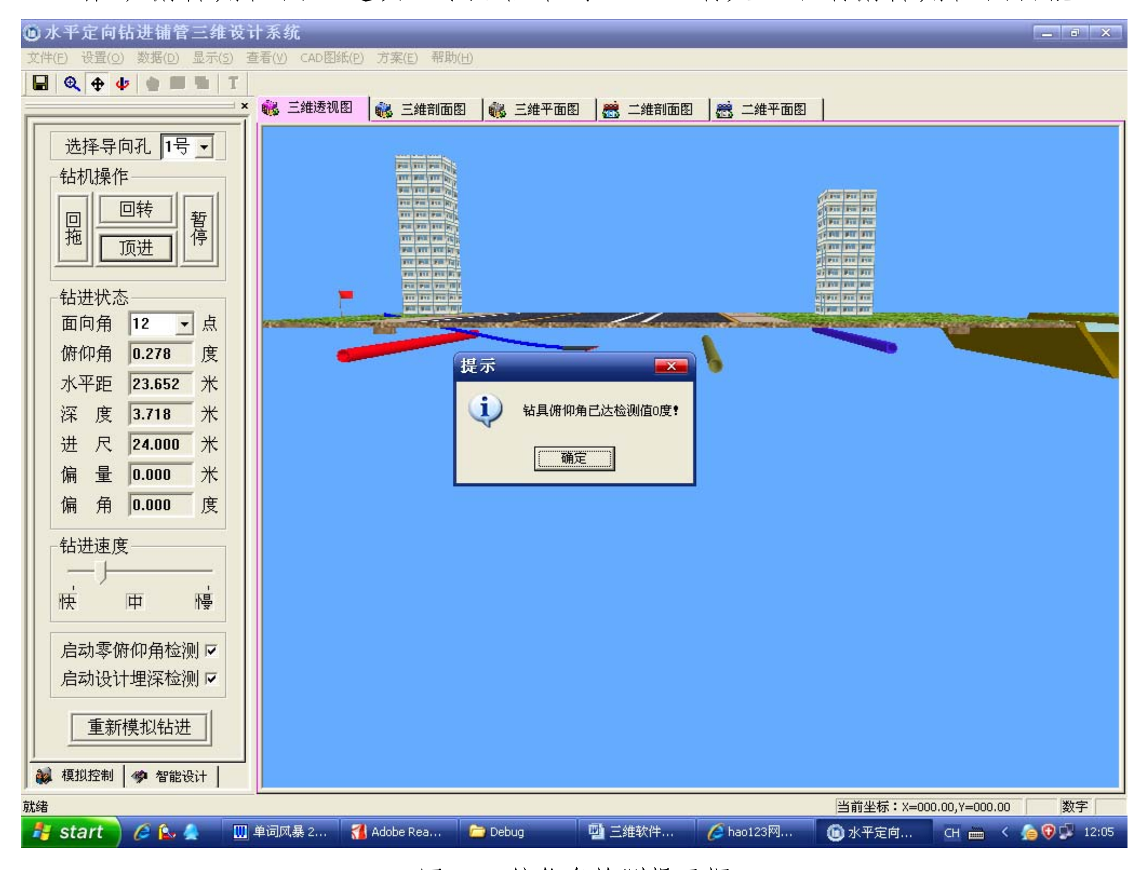


图 3-9 俯仰角检测提示框

四、钻孔深度检测功能

在设计导向孔轨迹时，为了能够精确地控制钻孔的水平深度，系统提供了钻孔埋深检测的功能。启动钻孔埋深检测功能后，系统对钻头的当前状态进行实时检测。如果钻头的深度达到轨迹设计参数中所设置的“设计水平埋深”时，系统将会自动停止钻进并弹出深度检测提示框，如图 3-10 所示。

启动钻孔埋深检测功能的方法是单击选择模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上“启动设计埋深检测”选项，此时小方框中出现“√”表示已启用该功能，再次点击“启动设计埋深检测”选项，小方框中的“√”消失，取消设计埋深检测功能。

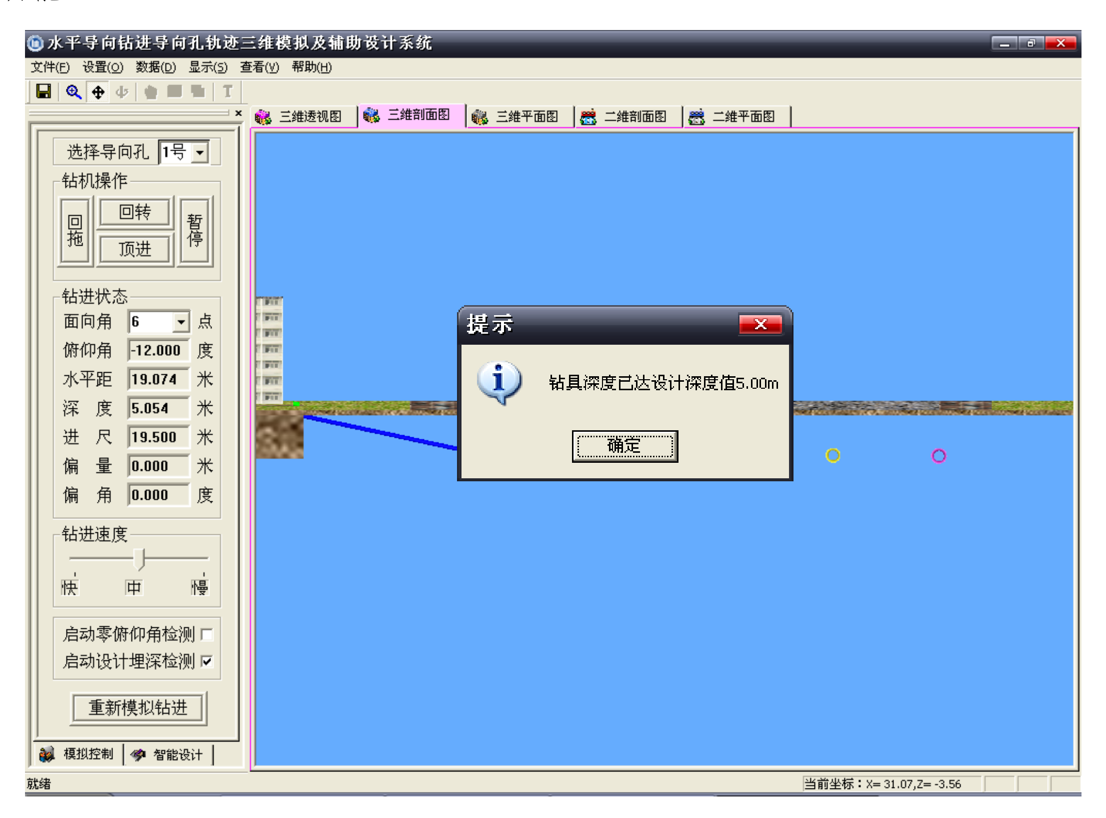


图 3-10 设计埋深检测提示框

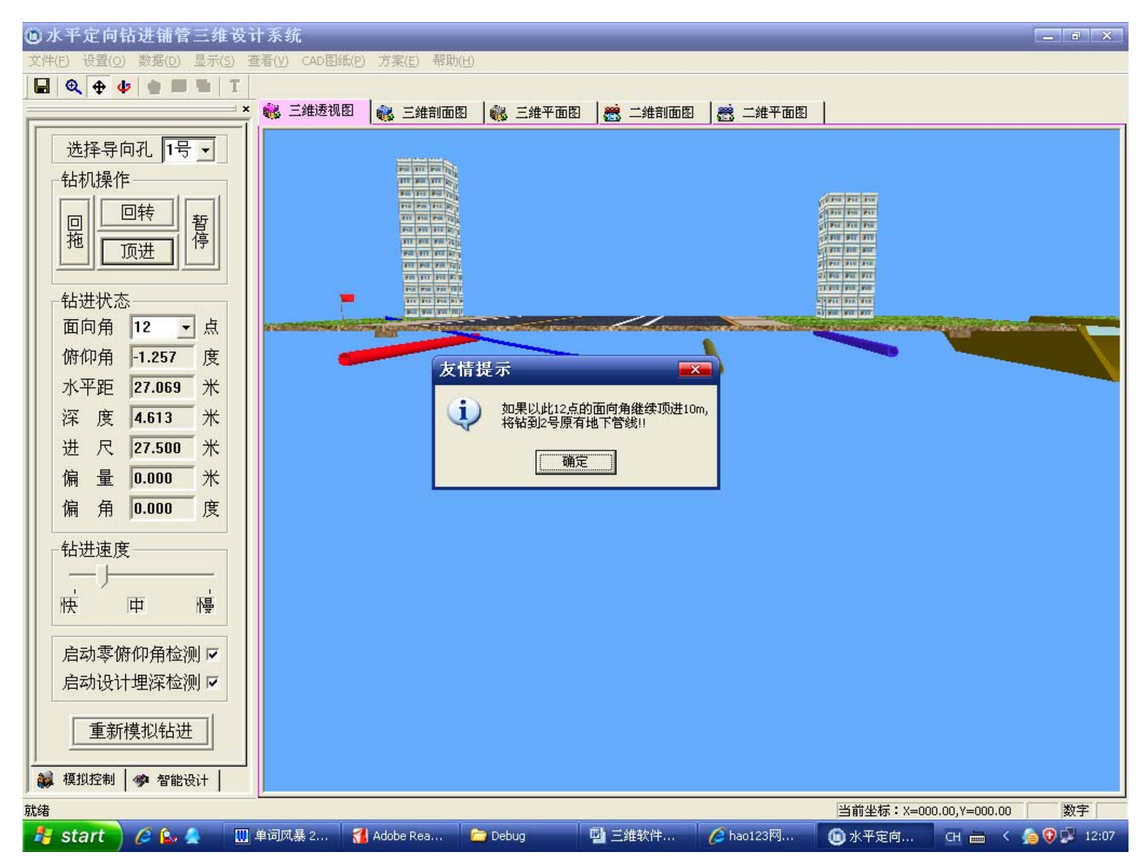


图 3-11(1) 预警信息提示框

五、预警功能

在进行模拟导向设计导向孔轨迹过程中，系统能够实时对钻机的钻进动作进行分析判断，并提前告知设计者可能发生的危险事故，如钻至原有地下管线或导向孔轨迹不能满足扩孔铺管的需求等。即当以某种钻进方式（回转或顶进）钻至某一地下管线前方十米（可以设置）处，如果继续以该种钻进方式钻进将会钻到该管线或者扩孔后不能满足安全要求时，系统将会显示相关提示信息，建议用户改变钻进状态或者以退后改变导向孔轨迹。提示信息窗口如图 3-11(1)、3-11(2)所示。

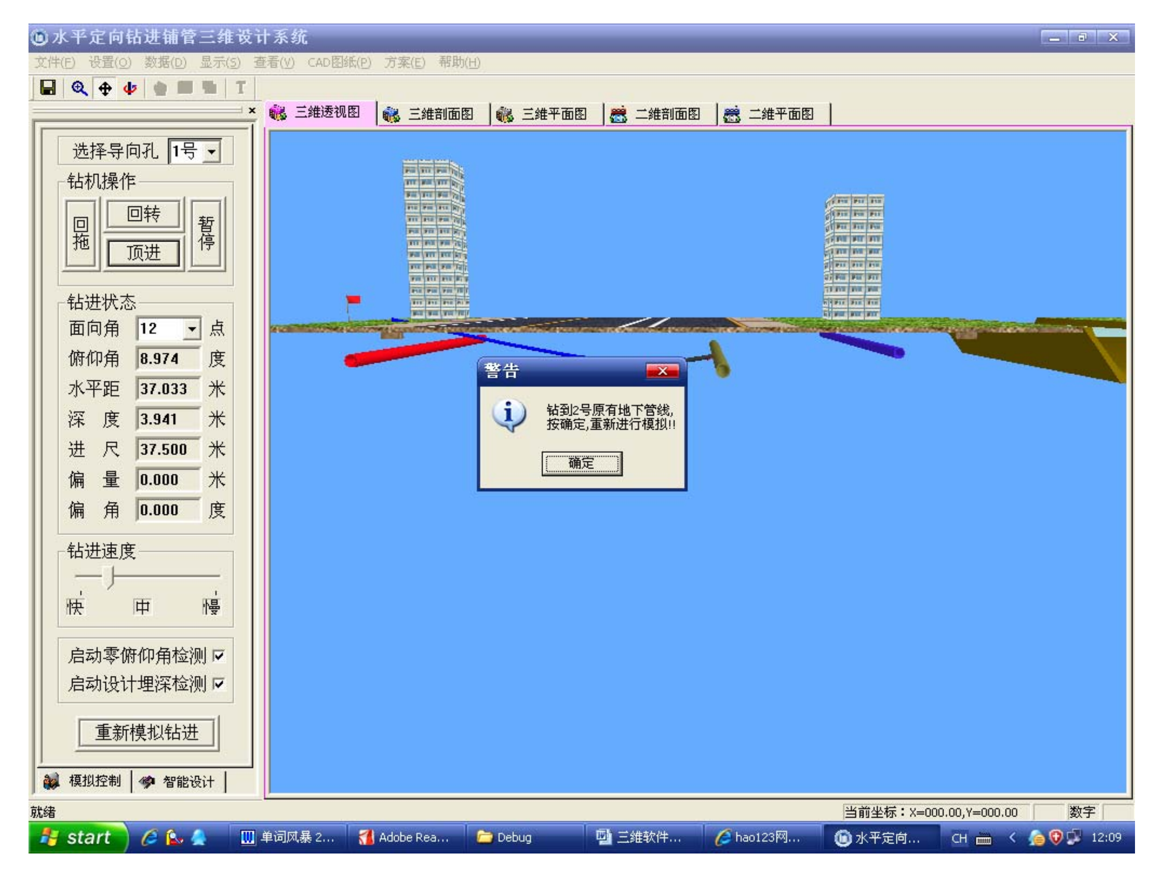


图 3-11(2) 预警信息提示框

六、安全距离检测功能

在进行模拟导向设计导向孔轨迹过程中，当钻至某一地下原有管线所在的位置时，系统会提示导向孔与该原有地下管线外壁间的距离，并判断该距离是否满足最终扩孔直径的要求，提示信息窗口如图 3-12(1)、3-12 (2)、3-12 (3)所示，分别为钻到原有地下管线、满足设计要求和不满足铺管扩孔要求情况下的提示信息。当设计导向孔轨迹满足要求时，会提供导向孔与管线外壁的距离；当钻到原有地下管线上或者此距离不能够满足最终扩孔直径的要求（考虑安全系数在内）时，系统将取消本次模拟导向钻进，回到初始状态。必要时可以改变入土角和入土点的位置等模拟导向钻进参数，进行重新模拟钻进。

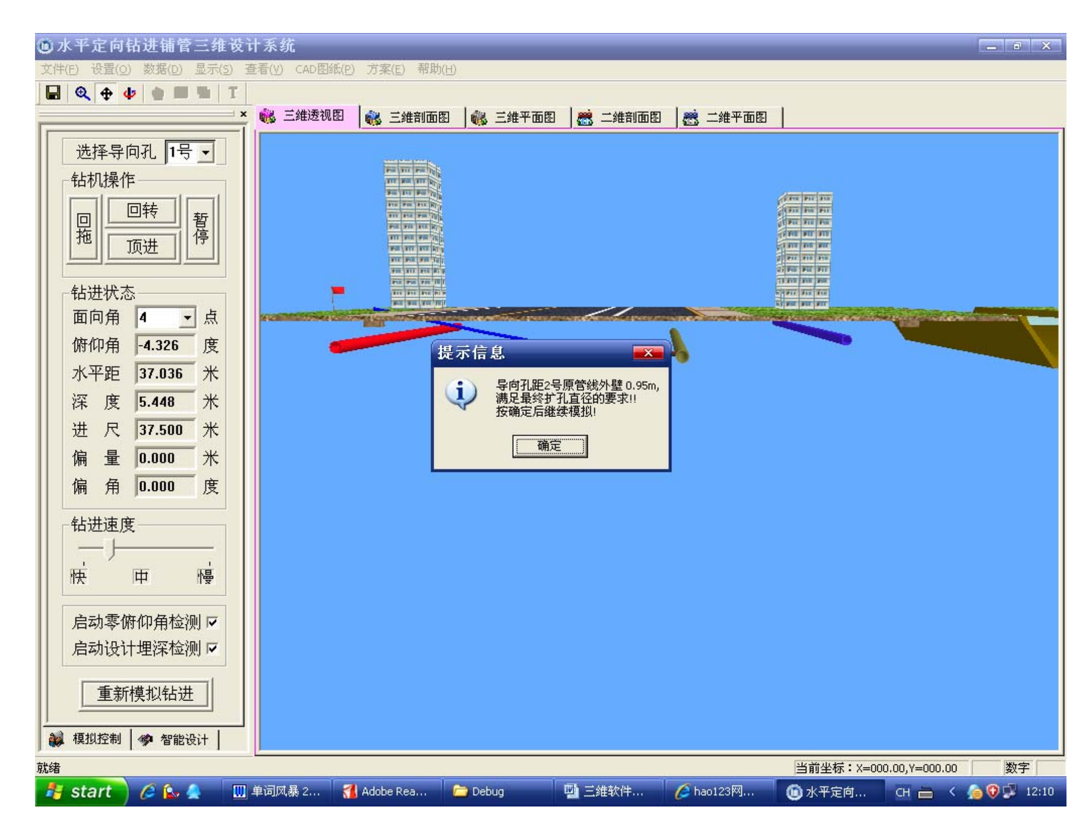


图 3-12(1) 安全距离检测功能提示窗口

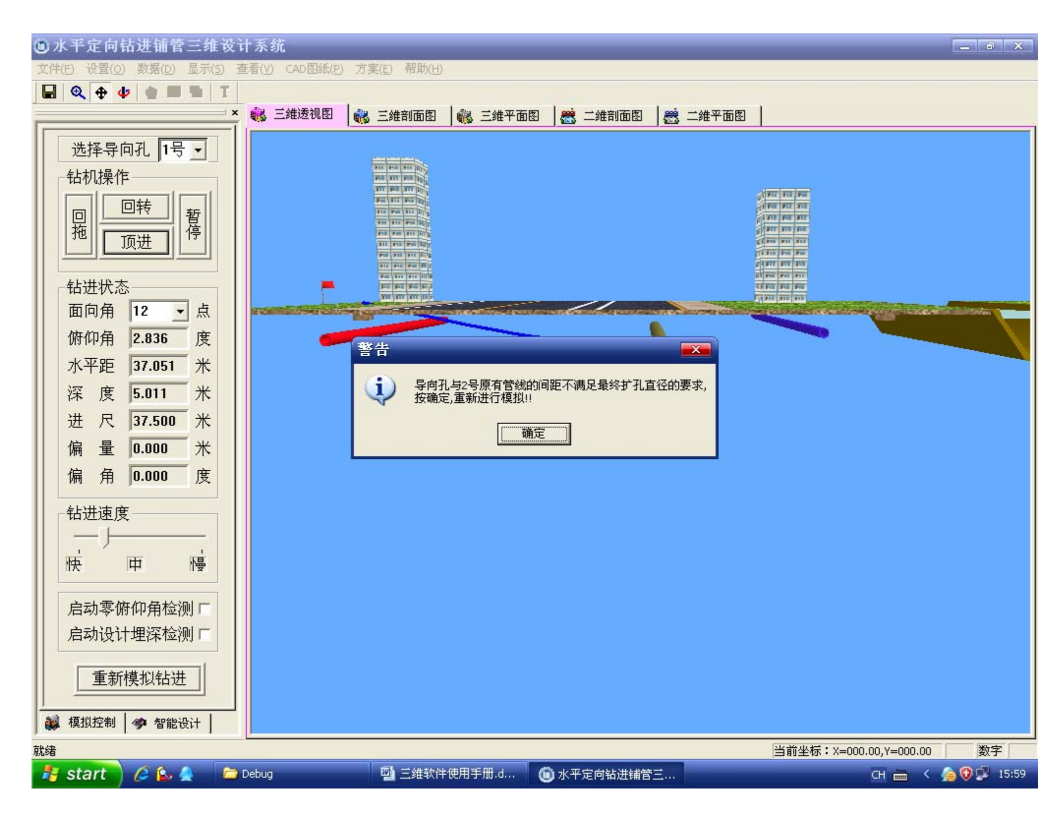


图 3-12(2) 安全距离检测功能提示窗口

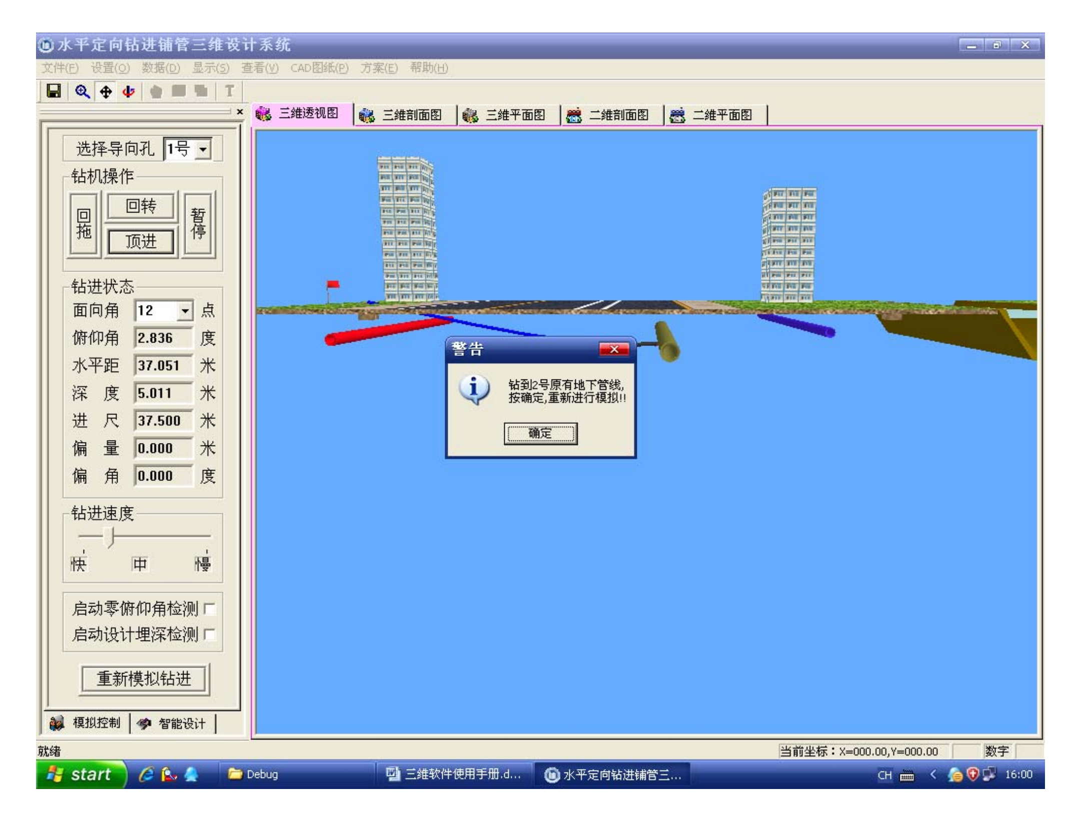


图 3-12(3) 安全距离检测功能提示窗口

七、三维及二维视图随时切换

在进行模拟导向设计导向孔轨迹过程中，可根据需要随时切换查看视图和视点，从不同的角度和方位观看导向孔轨迹在三维立体空间的情况。如果认为本次导向钻进不够理想，点击<**重新模拟钻进**>按钮，也可以改变入土角等参数值后再进行轨迹设计。

软件提供了三种三维视图模式（三维透视图、三维剖面图、三维平面图）和两种二维视图模式（二维剖面图和二维平面图）。各视图间可以通过视图切换按钮随时切换。同时对三维视图提供了三种查看方式：旋转、缩放和移动。图 3-13 为经过旋转、移动和放大后的三维立体图。

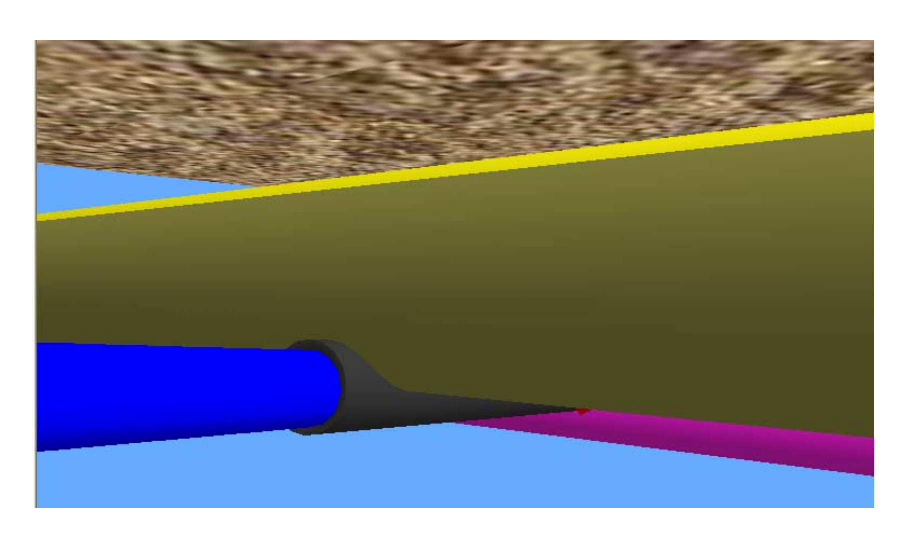


图 3-13 经旋转、移动和放大后得到的三维视图（钻到管线）

第四章 导向孔轨迹智能辅助设计

第一节 智能辅助设计原理

智能辅助设计是在三维施工环境模型中，通过指定导向孔轨迹必须经过的控制点，系统自动根据所设置的控制点并结合工程要求和客观的工程条件优化设计导向孔轨迹的方法。

用于智能辅助设计的控制点是三维施工环境模型空间中的点，确定一个控制点的参数有该点三维空间位置坐标（距离、深度和偏距）、俯仰角和偏角（即方位角），描述了钻孔轨迹中某点在三维模型中的位置和走向。

智能辅助设计的基本原理是在两个相邻的控制点间，运用空间解析几何理论，按照导向钻进的原理及工程的客观条件(钻孔的弯曲半径是关键)，通过特定的算法，自动设计出符合控制点要求且优化合理的导向孔轨迹。优化合理的原则是在保证所设计的导向孔轨迹满足工程设计要求和客观条件束缚的同时，使导向孔轨迹的曲率尽可能的小，钻孔的进尺尽可能少。

对于具体的非开挖铺管工程而言，其施工区域的地质条件是客观存在且不能够改变的。一旦确定了施工所用的机械设备后，钻孔的弯曲半径理论上来说也是客观存在不可改变的。也就是说钻孔的弯曲半径是个已经存在的定值，无论是实际导向钻进施工还是导向孔轨迹的设计，都应该遵循这一客观存在的约束。在以智能辅助设计方法设计导向孔轨迹时，设计的只是两个控制点间的导向控制方案，即经过怎样的回转与顶进组合才能够达到所设置控制点的要求，智能辅助设计就是完成符合要求的导向控制方案组合。由于智能辅助设计遵循着导向钻进的原理，并且钻孔的弯曲半径为定值，所以对于控制点就有一定的限制，应该确保所设置的相邻控制点间“存在”导向孔轨迹。

智能辅助设计方法与模拟钻进仿真设计方法都遵循导向钻进的原理进行导向孔轨迹设计的，保证了导向孔轨迹设计的合理性和可操作性。智能辅助设计方法更为精确、快捷，而且同样提供了导向控制指导方案。

第二节 智能设计导向孔轨迹

一、启动智能设计操作面板

建立三维施工环境模型后，即可进行导向孔轨迹的智能辅助设计。单击操作控制区中的设计方法切换按钮<智能控制>，将设计控制面板切换到智能辅助设计操作面板，如图 4-1 所示。控制面板中的“选择导向孔”和“钻进速度”的功能和设置与模拟仿真设计操作面板中的完全相同。智能辅助设计方法同样支持多条导向孔轨迹的设计，通过设置当前活动的导向孔号，并为每个导向孔指定相应的控制点数据进行智能轨迹设计即可。

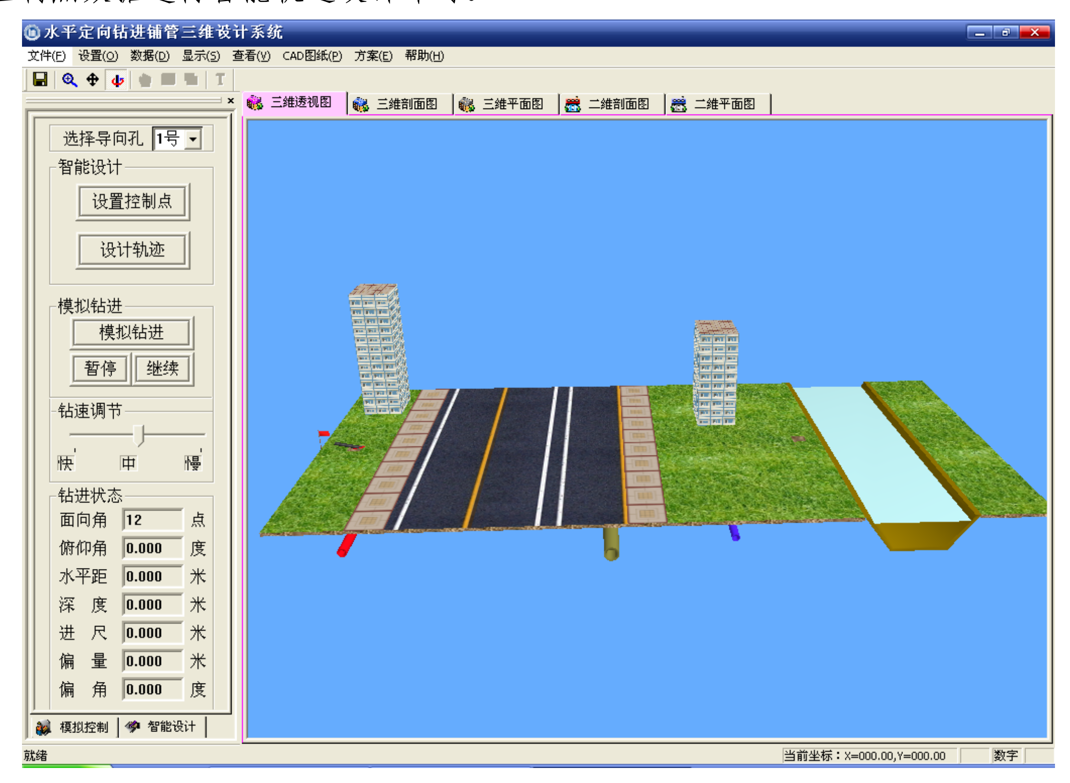


图 4-1 三维施工环境模型

二、设置控制点

在用智能辅助方法进行导向孔轨迹设计前，首先需指定设计轨迹所用的控制点。控制点是控制导向孔轨迹形状的空间点集，每个控制点唯一确定了轨迹某点的状态，描述控制点的数据有三维空间位置坐标（距离、深度和偏距）、倾角

和偏角（即方位角）。设置控制点的方法有两种：一是通过控制点输入框依次输入设计轨迹所用的控制点数据；二是通过鼠标在三维施工环境模型中拾取控制点位置的方法确定控制点。

1、 输入框设置控制点

单击智能设计操作面板上的<设置控制点>按钮，系统将会弹出如图 4-2 所示的控制点输入对话框。

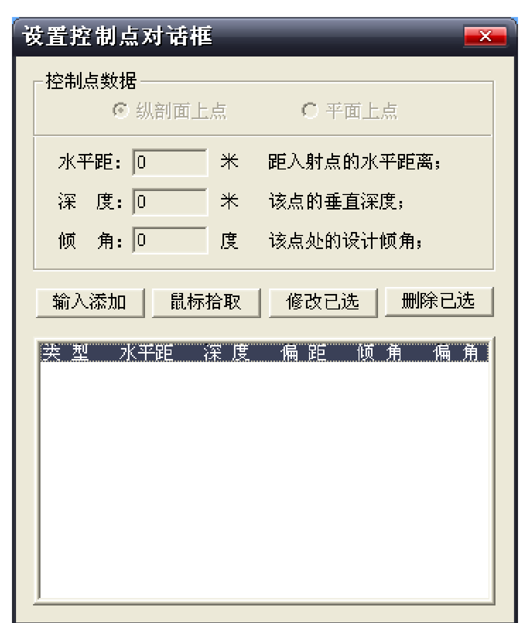


图 4-2 设置控制点对话框

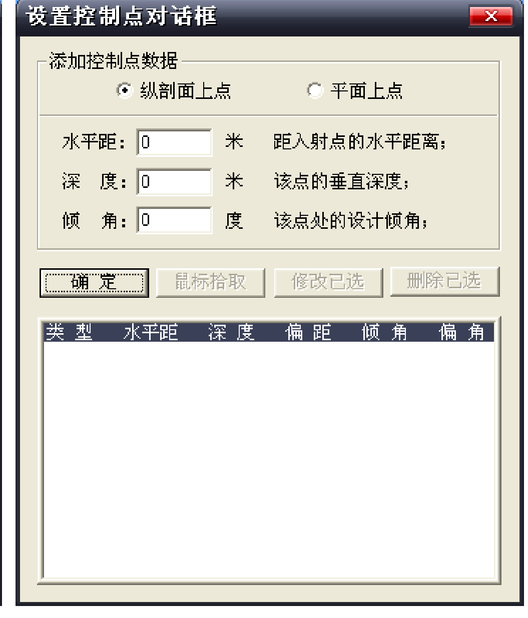


图 4-3 输入控制点数据信息

单击<输入添加>按钮，各输入控件变为可输入状态，同时<输入添加>按钮变为<确定>按钮，如图 4-3 所示。控制点的类型有两种：一是纵剖面上的点，要求输入的参数有水平距、深度和倾角，其偏距和偏角为默认值零；二是平面上的点，要求输入的参数有水平距、偏距和偏角，其深度将与前控制点的深度相同，倾角为默认值零。通过最上面的单选按钮可以改变输入控制点的类型。确定控制点类型后，依次输入控制点的参数值，然后点击<确定>按钮，此时<确定>按钮变回<输入添加>按钮，同时最下面的列表框中增加一个控制点数据信息。如图 4-4 所示。

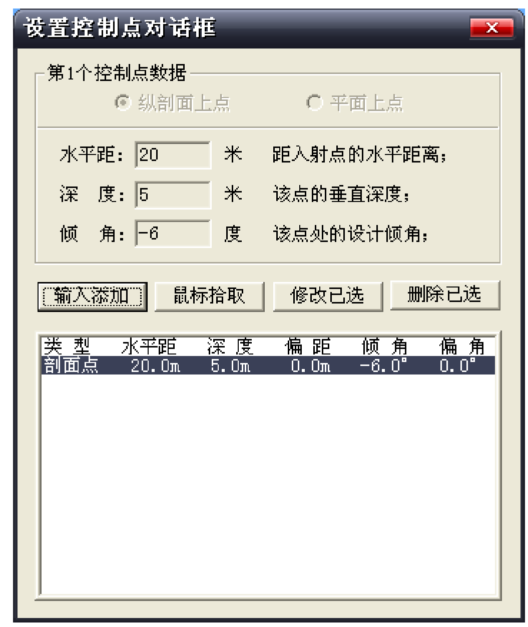




图 4-5 鼠标拾取对话框

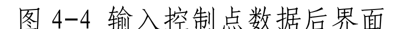

图 4-4 输入控制点数据后界面

图 4-6 修改鼠标拾取控制点数据

2、 **鼠标拾取设置控制点**

单击智能设计操作面板上的<设置控制点>按钮，系统将会弹出如图 4-2 所示的控制点输入对话框，然后单击<鼠标拾取>按钮，设置控制点对话框消失，进入鼠标拾取状态。用鼠标拾取控制点同样分为两种类型，剖面点和平面点。剖面点要求在三维剖面图模式下拾取，平面点要求在三维平面图模式下拾取。

拾取剖面控制点:切换到三维剖面图模式，在要求导向孔轨迹经过的位置处单击鼠标左键，系统将会弹出如图 4-5 所示的对话框。对话框中显示了控制点的位置坐标，包括水平距离和深度值，通过后面的<修改>按钮可以修改控制点的位置数据。单击<修改>按钮后，水平距和深度将会变为可输入状态，如图 4-6 所示，修改其中的值即可。确定控制点的位置坐标后，在控制点倾角项输入该点的倾角值，点击<应用>按钮完成一个控制点的拾取输入。此时拾取控制点信息对话框中的<应用>按钮变为<继续拾取>按钮，<取消>按钮变为<结束拾取>按钮，界面如图 4-7 所示。



图 4-7 完成一个拾取输入后界面

拾取平面控制点:切换到三维平面图模式，在要求导向孔轨迹经过的位置处单击鼠标左键，系统将会弹出如图 4-8 所示的对话框。对话框中显示了控制点的位置坐标，包括水平距离和偏量值，通过后面的<修改>按钮可以修改控制点的位置数据。单击<修改>按钮后，水平距和偏距将会变为可输入状态，修改其中的值即可。确定控制点的位置坐标后，在控制点偏角项输入该点的倾角值，点击<应用>按钮完成一个控制点的拾取输入。此时拾取控制点信息对话框中的<应用>按钮变为<继续拾取>按钮，<取消>按钮变为<结束拾取>按钮。操作方法与拾取剖面控制点的方法相同。



图 4-8 完成一个拾取输入后界面

继续以拾取的方法输入控制点数据单击<继续拾取>按钮，拾取控制点信息对话框消失，再次进入控制点拾取状态，可以继续拾取添加控制点。单击<结束拾取>按钮，结束鼠标拾取控制点操作，拾取控制点信息对话框消失，系统将会回到设置控制点对话框界面，并列出了所有控制点的数据信息，如图 4-9 所示。

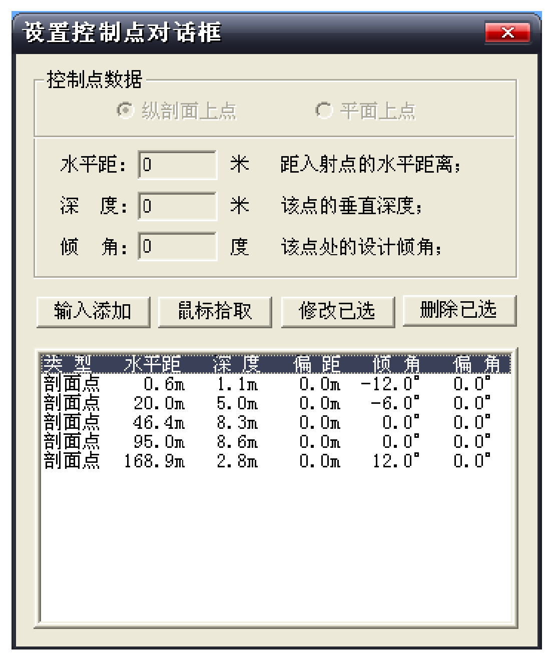


图 4-9 完成拾取输入后界面

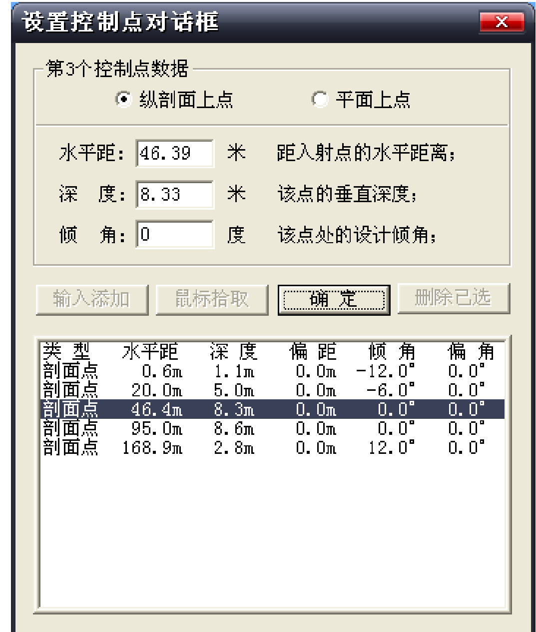


图 4-10 修改控制点数据界面

3、 修改控制点数据

在设置控制点对话框的列表框中，选取需要更改的控制点数据，单击<修改已选>按钮，上面的各参数输入框变为可修改状态，并且<修改按钮>变为<确定>按钮，界面如图 4-10 所示。修改相应的数据后，单击<确定>按钮，完成控制点数据的修改。

4、删除控制点数据

在设置控制点对话框的列表框中，选取要删除的控制点数据，单击<删除已选>按钮，完成控制点数据的删除。

三、智能设计导向孔轨迹

设置好控制点后，如果在<显示>菜单中设置显示控制点数据，在三维视图中将会已短线的形式表示控制点，如图 4-11 中的黄色短线所示（孔号不同所用颜色不同）。

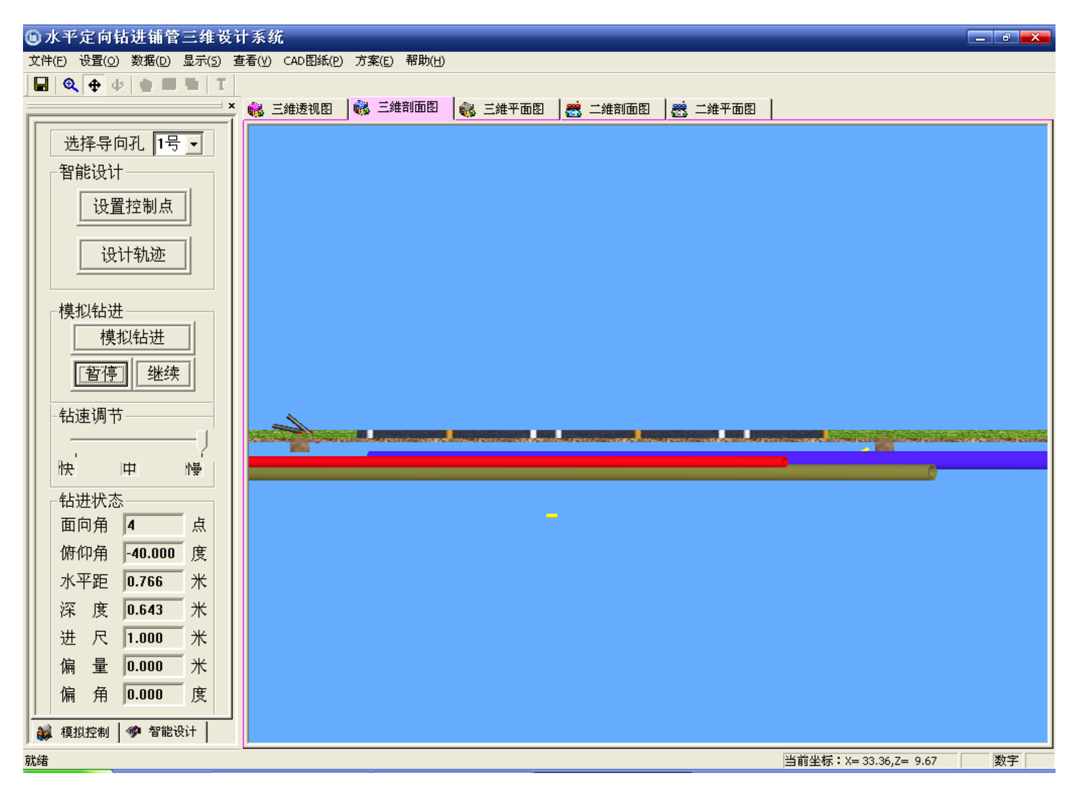


图 4-11 控制点在三维模型中的显示

设置好控制点后，单击智能辅助设计轨迹操作面板上的<设计轨迹>按钮进行智能设计导向孔轨迹。系统首先分析所设的控制点数据，并按导向钻进原理和钻孔的弯曲半径进行导向孔轨迹智能设计。如果某两个控制点设置得不够合理，系统将会弹出如图 4-12 所示的提示框，告诉用户哪些控制点不合理，并弹出智能设计轨迹失败提示框，如图 4-13 所示。如果所设置的控制点合理，系统会自动运行设计轨迹子程序，进行导向孔轨迹优化设计，系统同时弹出智能设计轨迹成功的提示框，如图 4-14 所示。图 4-15 为智能设计轨迹效果图。

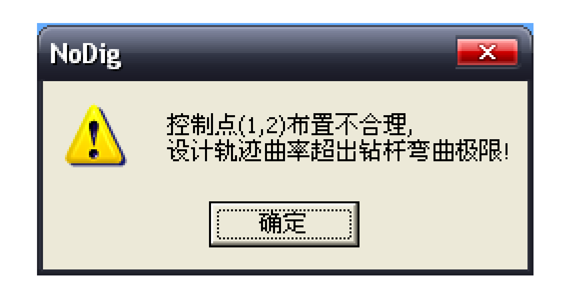



图 4-12 控制点不合理提示框



图 4-13 智能设计轨迹失败提示框



图 4-14 智能设计轨迹成功提示框

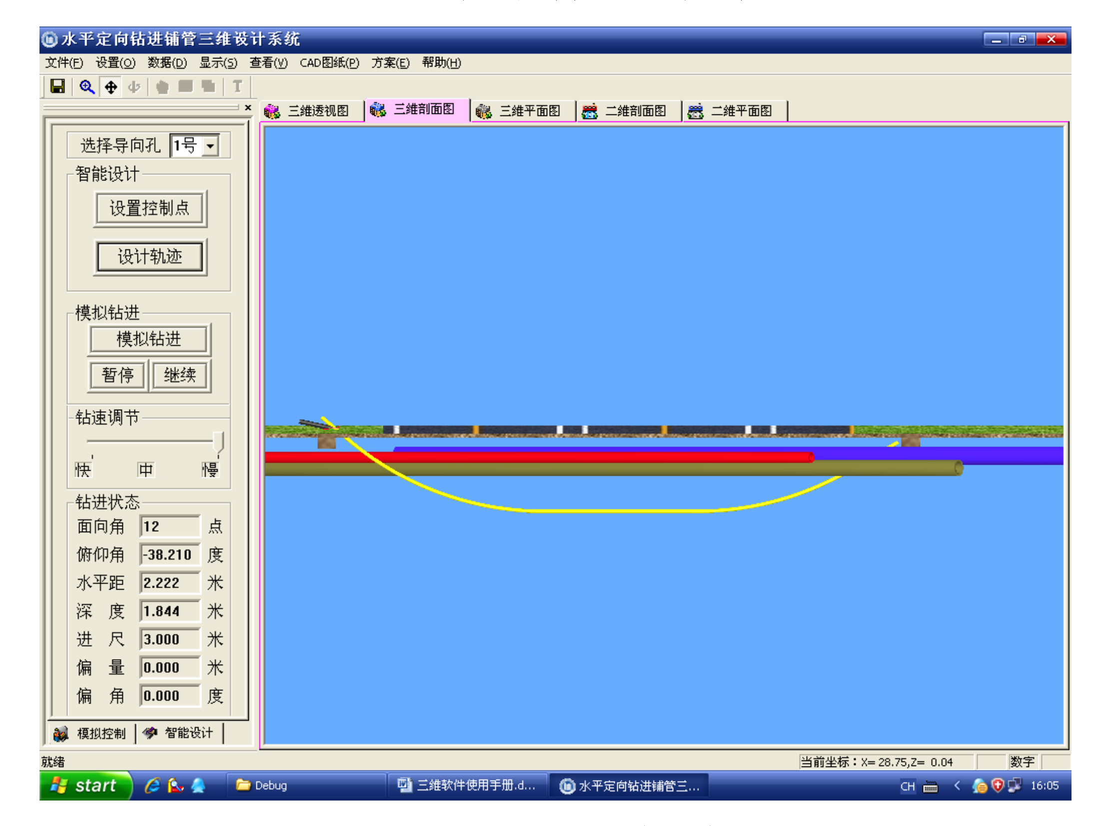


图 4-15 智能设计导向孔轨迹效果图

四、模拟导向钻进

以智能辅助设计方法设计出导向孔轨迹后，系统会根据所设计的轨迹自动生成导向控制方案，同时可以通过模拟钻进功能演绎该导向孔的钻进成孔导向过程，在模拟钻进时对原有地下管线的位置进行检测判断，提示钻孔到原有管线外壁的间距。在模拟钻进的同时，钻进状态栏中的参数信息会随着钻进实时显示钻头当前的位置和状态，显示的数据有钻头当前的面向角、俯仰角、水平距、深度、进尺、偏距和偏角。通过钻速调节的滑块控件可以设置模拟钻进时的钻进速度，使用方法与模拟钻进仿真设计轨迹操作面板上的“钻进速度”使用方法相同。

智能设计好导向孔轨迹后，鼠标单击<模拟钻进>按钮，系统会根据设计好的

钻孔轨迹路径自动生成符合导向钻进原理的导向钻进过程，进行钻孔模拟钻进。在模拟导向钻进时，单击<暂停>按钮可以停止模拟钻进，单击<继续>按钮恢复模拟钻进。当钻孔遇到原有地下管线时，系统将会弹出信息提示框，显示钻孔轴线到所遇原有管线外壁的距离，或者是钻孔已钻到了原有管线，或者是钻孔与原有管线外壁的间距不满足扩孔铺管要求。通过此功能，用户可以对智能设计好的钻孔轨迹进行模拟钻进，来检验轨迹设计的是否合理、可行。图 4-16 为模拟智能设计轨迹过程中某一状态截图。图 4-17 为对智能设计轨迹进行模拟钻进时，系统弹出的关于钻孔与原有地下管线间距的信息提示框。

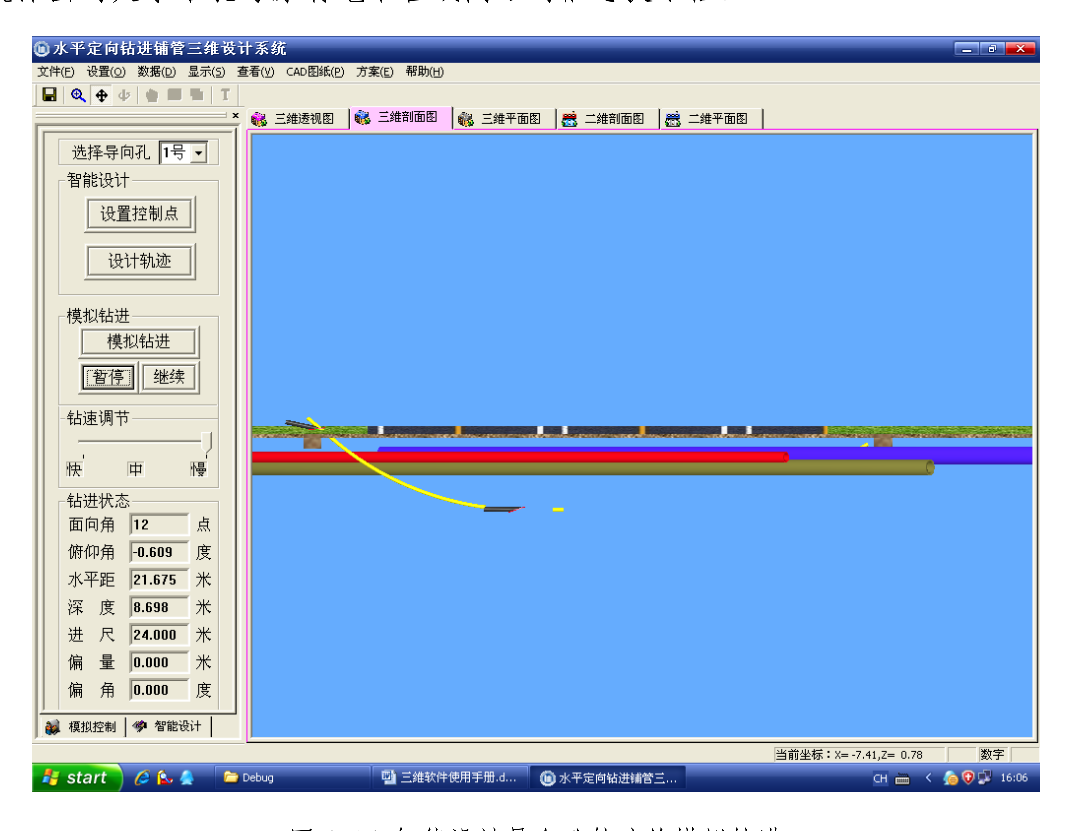


图 4-16 智能设计导向孔轨迹的模拟钻进

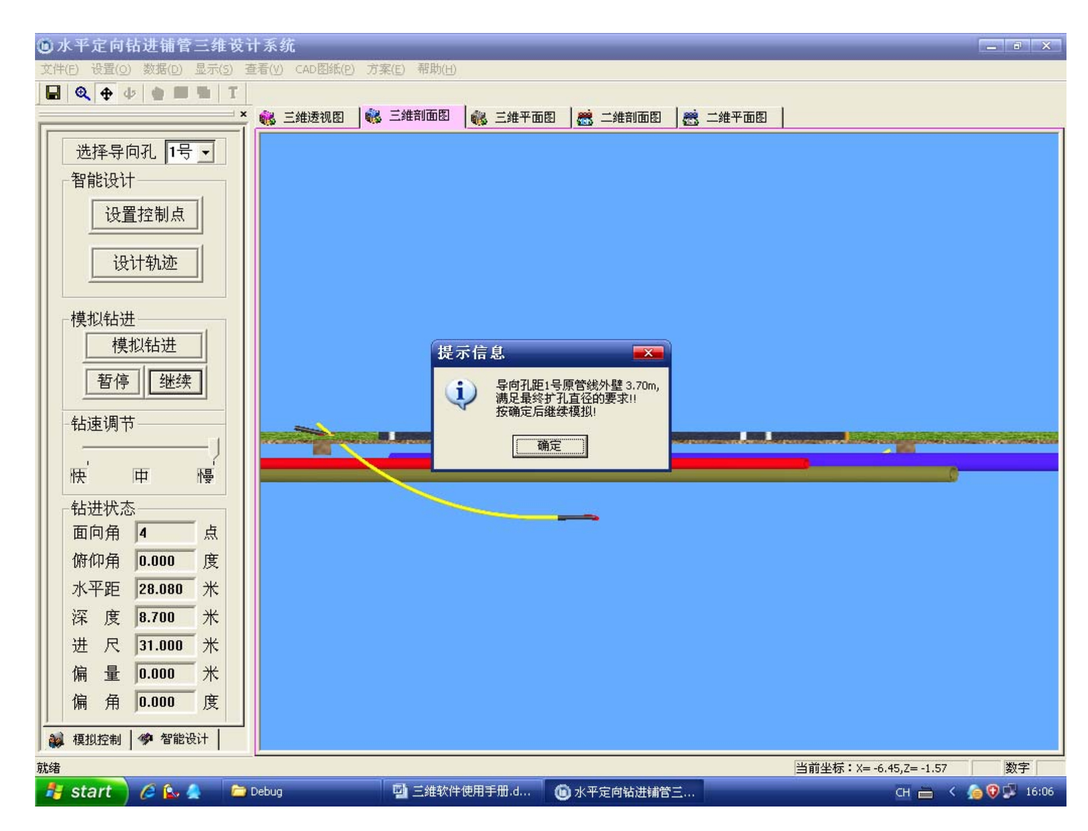


图 4-17　模拟钻进过程中对原有管线检测判断提示框

第五章 实际轨迹复现

施工（实际）钻孔轨迹参数是指能够描述、确定钻孔轨迹曲线的点集。结合非开挖导向钻进施工的具体情况，系统提供了两种施工轨迹的参数形式：一种由钻孔轨迹上某点的水平距、深度和偏移量组成；另一种由钻孔轨迹上某点的进尺、深度和偏移量组成。水平距是钻孔某点距入土点的水平距离，可以根据俯仰角和方向角计算获得，也可以在导向钻进过程中直接测量得到。进尺就是到达某点处钻杆的长度，容易通过送入钻杆来确定。深度在导向钻进过程中由导向仪可以获得。偏距是指某点偏离原设计轨迹方向的距离，在导向过程中也可以确定。

第一节 施工轨迹数据的导入

在修改模式下选择<数据>菜单中的<实际轨迹数据>菜单项，系统将会弹出如图 5-1 所示的实际轨迹数据输入框。在实际轨迹孔号中输入实际导向孔轨迹的标号后，单击<导入数据>按钮，将弹出如图 5-2 所示的选择实际轨迹数据文件的打开对话框。选择所要导入的实际轨迹数据的 EXCEL 格式文件，单击<打开>按钮。如果系统中已经存在该孔号的实际轨迹数据，系统会提示用户是否替换掉已有的实际轨迹数据，如图 5-3 所示。点击<是>将执行实际轨迹数据的导入，点击<否>将取消本次文件导入命令，已有的实际轨迹数据保持不变。数据导入是否成功都将会有相应的提示信息。如果成功将会显示导入数据点的个数，如图 5-4 所示。成功导入实际轨迹数据后，数据显示列表中将会显示已导入的实际轨迹数据，图 5-5 为成功导入实际轨迹数据后数据显示界面。成功导入导向孔的实际轨迹数据后，在三维和二维视图中将会显示出实际轨迹曲线，图 5-6 为三维剖面图的实际轨迹曲线（实际轨迹在三维视图中以虚线表示，且不同孔号实际轨迹的颜色不同）。

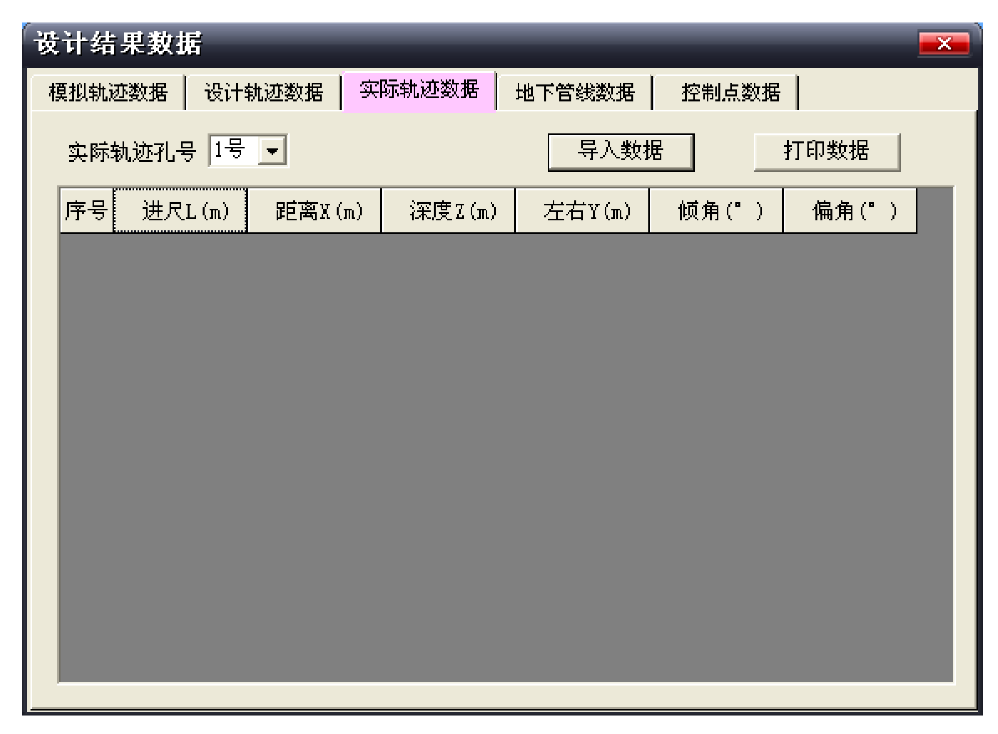


图 5-1 导向孔实际轨迹数据输入框

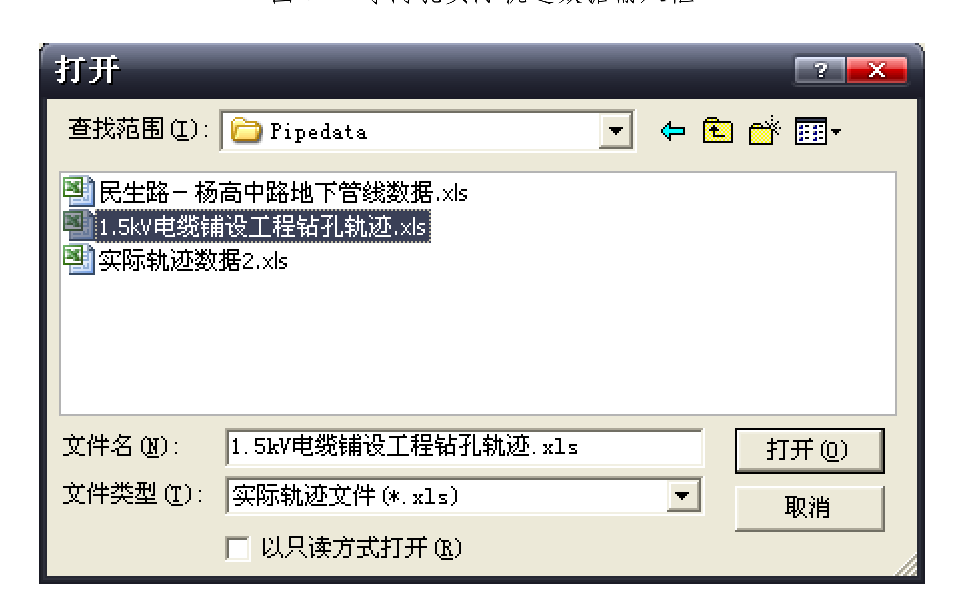


图 5-2 选择实际轨迹数据文件打开对话框



图 5-3 替换已有实际轨迹数据确认信息

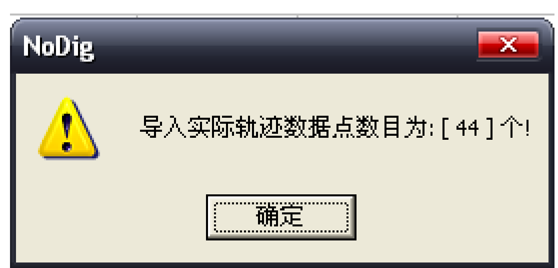


图 5-4 数据导入成功提示框



序号	进尺L(m)	距离X(m)	深度Z(m)	左右Y(m)	倾角(°)	偏角(°)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00°	0.00°
2	3.16	3.00	1.00	0.10	-18.43°	1.91°
3	6.33	6.00	2.00	0.20	-18.43°	1.91°
4	9.49	9.00	3.00	0.30	-18.43°	1.91°
5	12.66	12.00	4.00	0.40	-18.43°	1.91°
6	15.82	15.00	5.00	0.50	-18.43°	1.91°
7	18.82	18.00	5.00	0.40	0.00°	-1.91°
8	21.82	21.00	5.00	0.30	0.00°	-1.91°
9	24.82	24.00	5.00	0.20	0.00°	-1.91°
10	27.83	27.00	5.00	0.10	0.00°	-1.91°
11	30.83	30.00	5.00	0.00	0.00°	-1.91°
12	33.83	33.00	5.00	-0.10	0.00°	-1.91°
13	36.83	36.00	5.00	-0.20	0.00°	-1.91°
14	39.83	39.00	5.00	-0.30	0.00°	-1.91°
15	42.83	42.00	5.00	-0.40	0.00°	-1.91°
16	45.84	45.00	5.00	-0.50	0.00°	-1.91°

图 5-5 实际轨迹数据显示界面

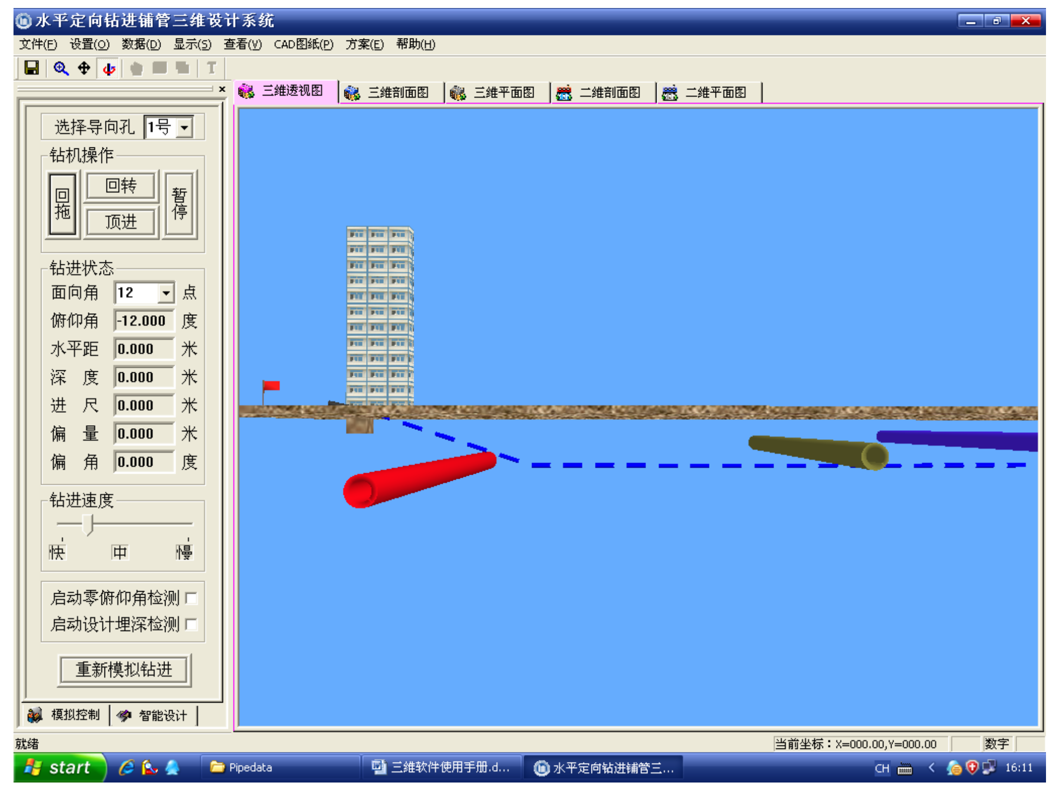
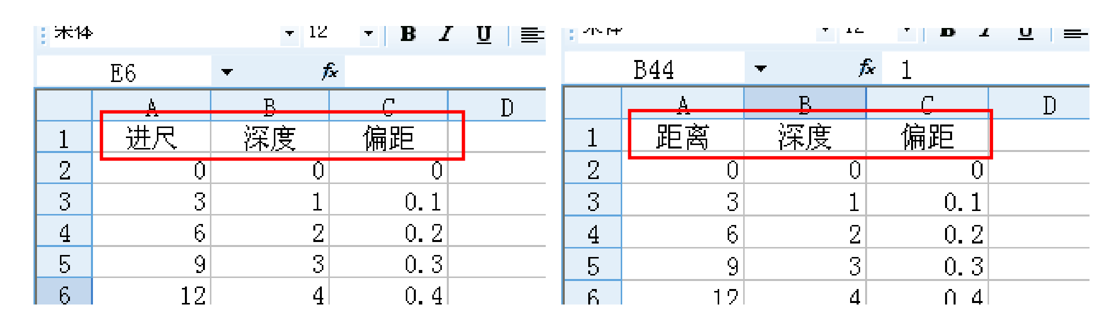


图 5-6 实际轨迹在三维剖面图中的显示

第二节 实际轨迹数据文件格式

实际轨迹数据文件是 EXCEL 类型的文件，为了区别其他的 EXCEL 文件，从而能够正确地导入实际轨迹数据，系统规定了 EXCEL 文件的内容格式，其中的第一行文字必须与图 5-7 上的一致。实际轨迹数据文件有两种内容格式：一种是以水平距、深度和偏移量格式提供的实际轨迹数据 EXCEL 文件（如图 5-7 左）；另一种是以进尺、深度和偏移量格式提供的实际轨迹数据 EXCEL 文件（如图 5-7 右）。正确的实际轨迹数据文件格式必须满足此规定，否则导入数据失败。

成功导入实际轨迹数据后，系统会自动识别导入文件的类型，并根据导入的轨迹坐标计算出每一点的倾角和偏角值，在实际轨迹数据列表中显示出来。



	A	B	C	D
1	进尺	深度	偏距	
2	0	0	0	
3	3	1	0.1	
4	6	2	0.2	
5	9	3	0.3	
6	12	4	0.4	

	A	B	C	D
1	距离	深度	偏距	
2	0	0	0	
3	3	1	0.1	
4	6	2	0.2	
5	9	3	0.3	
6	12	4	0.4	

图 5-7 实际轨迹数据 EXCEL 文件格式规定

第六章 二维视图

第一节 二维视图模式

软件不但提供了三个三维视图模式（三维透视图、三维剖面图和三维平面图），同时还提供了两个二维矢量视图模式，二维剖面图和二维平面图。二维剖面图准确反映了工作坑的位置、地面高程、地貌、原有管线位置和导向孔轨迹在纵向截面上的二维分布关系，是设计导向孔轨迹所要输出的重要结果之一。图 6-1 为二维剖面图在全屏显示方式下的界面。二维平面图准确反映了工作坑、地貌、原有管线平面分布和导向孔轨迹在平面上的二维分布关系，是设计导向孔轨迹所要输出的另一重要结果。图 6-2 为二维平面图在全屏显示方式下的界面。

一、切换二维视图

切换到二维视图方法简单、方便，在任何时候都可以通过视图区上面的视图切换按钮将视图切换到二维视图模式下。单击<二维剖面图>按钮，即可切换到二维剖面图模式，单击<二维平面>按钮，即可切换到二维平面图模式。

在二维视图模式下，程序界面最上面的菜单栏中将会增加一个<比例>菜单，同时工具栏中的二维移动按钮、二维全屏显示按钮、设定比例按钮和添加文字按钮变为可操作状态，如图 6-1 和 6-2 所示。<比例>菜单主要用来设置二维视图显示和打印的横纵比例，其下有两个菜单项: <全屏显示>和<设置比例>，分别与工具栏中的二维全屏显示和设计比例按钮相对应。

其它菜单的操作和功能与三维模式下相同。

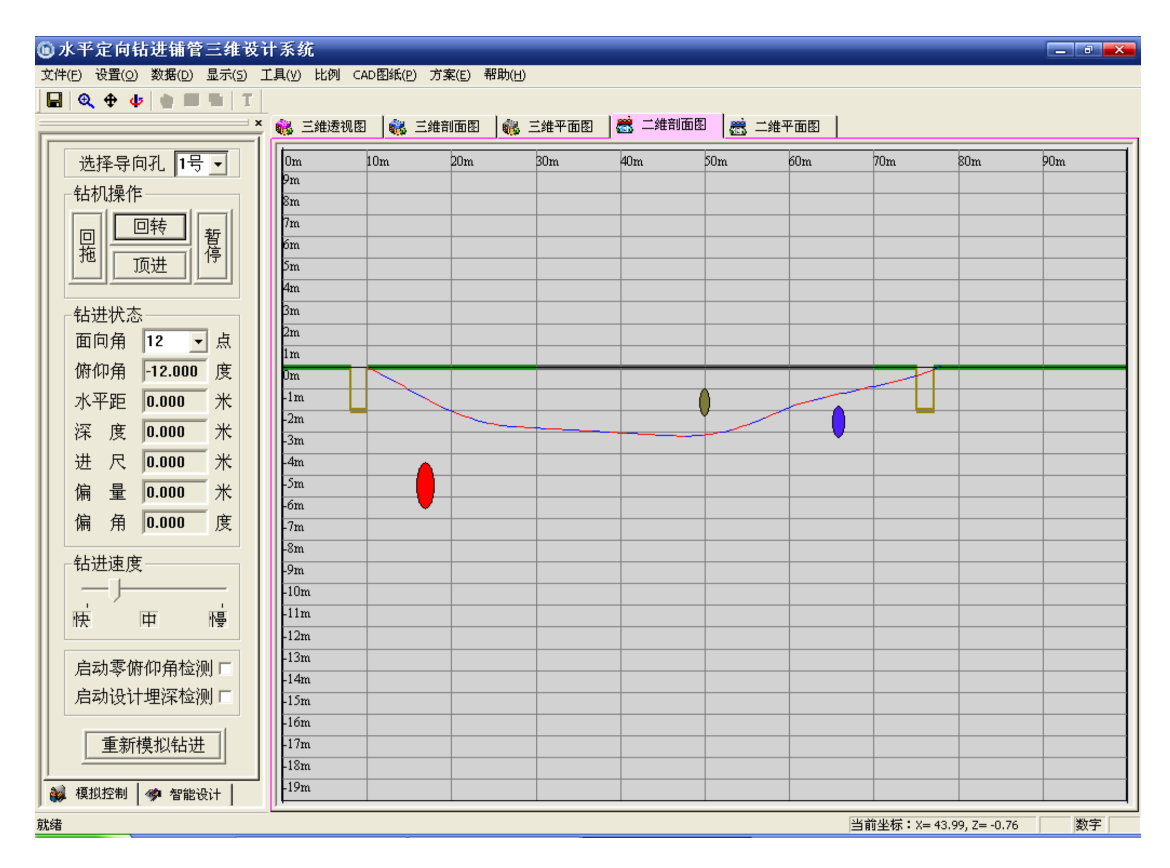


图 6-1 二维剖面图的全屏显示模式

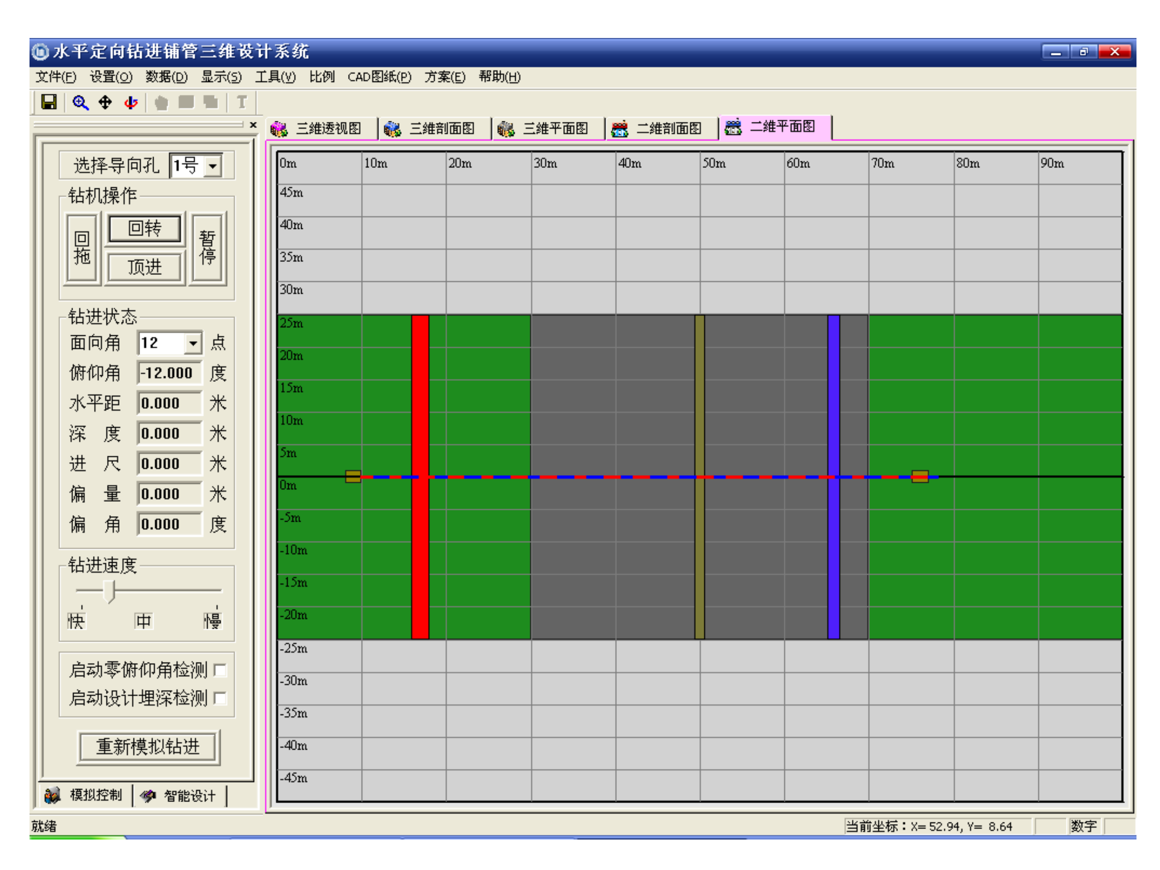


图 6-2 二维平面图的全屏显示模式

二、查看二维视图

在二维视图模式下，同样可以通过缩放和移动来查看视图，使用户能更加准确、方便的观看和编辑二维视图。

1、 缩放二维视图

在二维剖面图和二维平面图模式下，单击菜单栏中<比例>菜单下的<设置比例>菜单项，或选择工具栏中的“”设置比例按钮，系统将会弹出如图 6-3 所示“设定比例尺”对话框，输入横向比例和纵向比例点击<确定>按钮，二维剖面图和二维平面图就会按照所设置的比例显示。当视图的范围超出视图窗口时，工具栏中的二维移动按钮“”将变为可操作状态，图 6-4 为设置比例后的二维剖面图。

单击菜单栏中<比例>菜单下的<全屏显示>菜单项，或选择工具栏中的“”全屏按钮，视图将会按照视图窗口的大小自动设置横纵比例，使视图全部可见。



图 6-3 设定横纵比例尺对话框

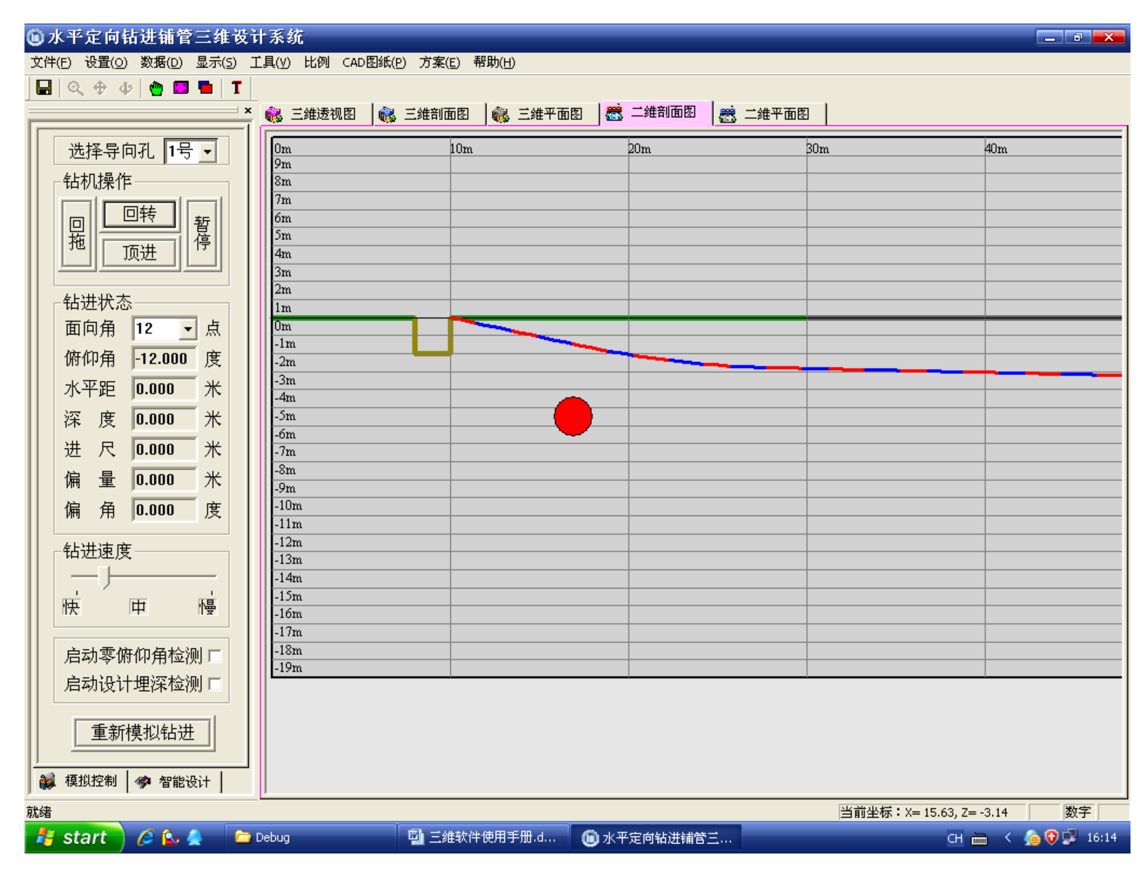


图 6-4 放大后的二维剖面图

2、 移动二维视图

当视图的范围超出视图窗口时，工具栏中的二维移动按钮将变为可操作状态，如图 6-4 所示。此时，可以通过工具栏中的移动按钮“ ”来移动视图，观看视图不同的位置。

选中工具栏中的“ ”按钮，此时视图中的鼠标变为“ ”。在按住鼠标左键的同时移动鼠标，即可随意移动视图。图 6-5 为移动操作后得到的二维剖面图效果。

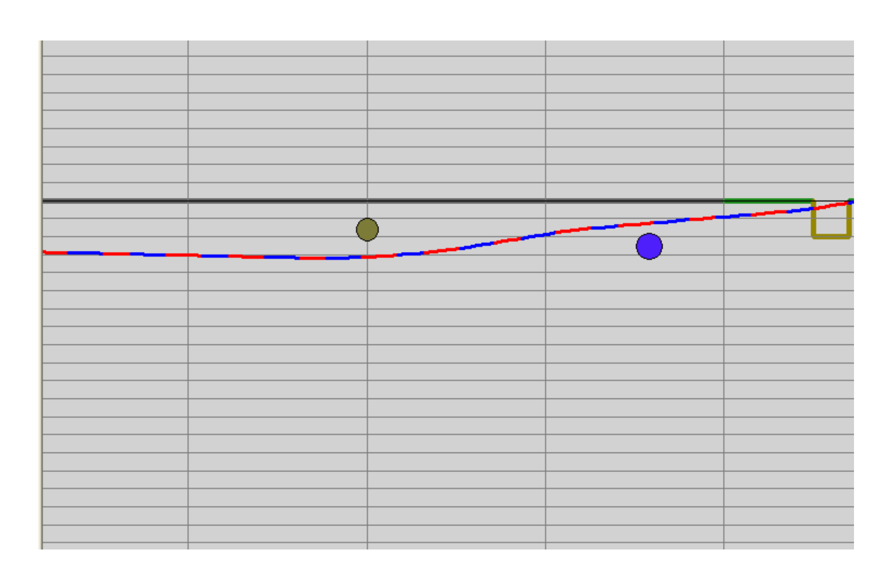


图 6-5 移动二维视图效果

第二节 编辑二维视图

除了可以设置二维视图的横纵比例尺外，为了使输出的导向孔轨迹图更加完善，软件提供了编辑二维视图的功能。

一、添加文字

在二维剖面图模式和在二维平面图模式下，单击菜单栏中<工具>菜单下的<添加文字>菜单项，或单击工具栏中的“T”按钮，系统便会进入添加文字状态，此时视图中的鼠标变为插入符“I”。在需要添加文字的地方单击鼠标左键后，在鼠标所在位置处会出现一个文本输入框，如图 6-6 所示。在文本输入框中输入添加的文字内容后，在视图的其它任意地方再次单击鼠标左键以完成本次添加文字操作。重复以上步骤即可实现多组文字的添加，如图纸的比例尺、原有地下管线名称、工程名称等。

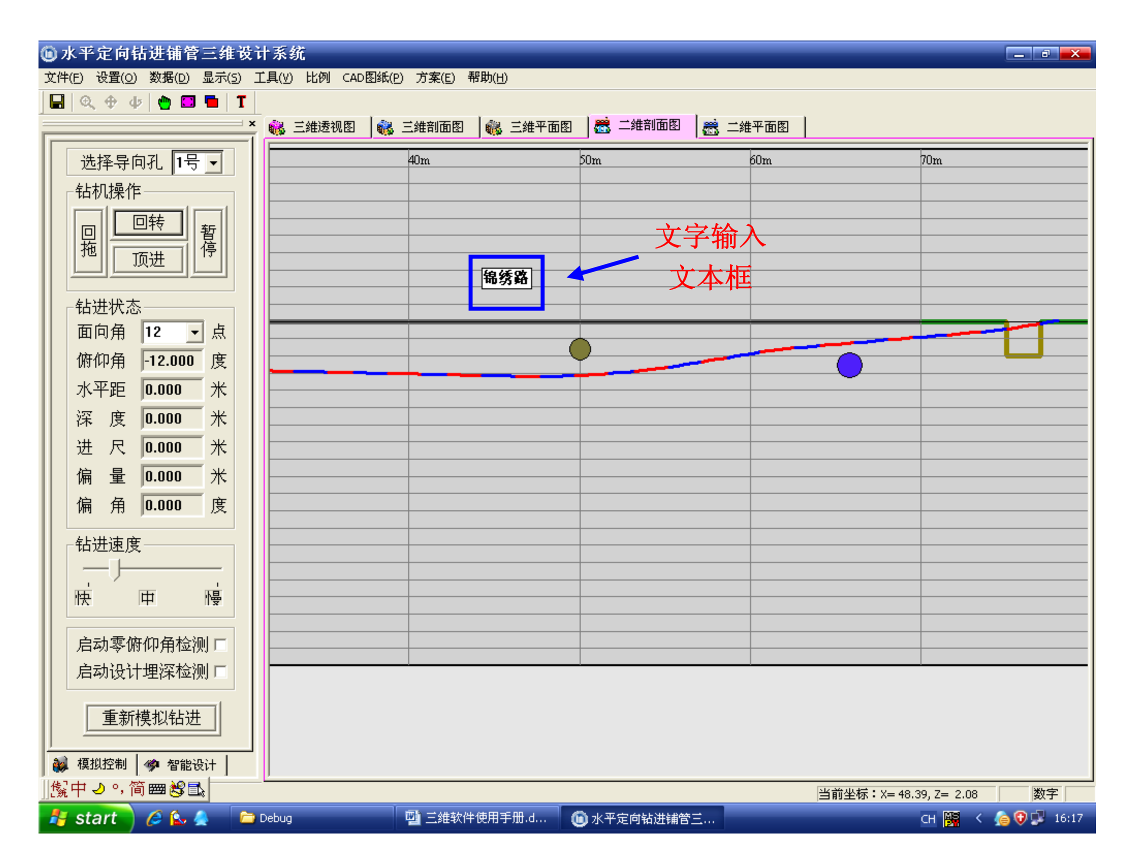


图 6-6 添加文字

二、文字修改与删除

在未启动添加文字和移动视图的状态下，在需要修改的文字上双击鼠标左键，此时将会出现与添加文字相同的文本输入框，同时显示原文字内容，剩下的操作与添加文字的操作相同，修改完成后在视图的其它任意位置点击鼠标左键即可。如果删除了文本框中的所有内容后，在视图其它位置单击鼠标左键，即可删除该文字的添加。

三、文字的移动

在未启动添加文字和移动视图的状态下，在需要移动的文字上方按住鼠标左键，此时该文字的四周出现一个矩形，如图 6-7 所示。在按住鼠标左键的同时移动鼠标，文字会跟随着鼠标同时移动，移动到合适的位置后释放鼠标左键，即可完成文字移动操作。

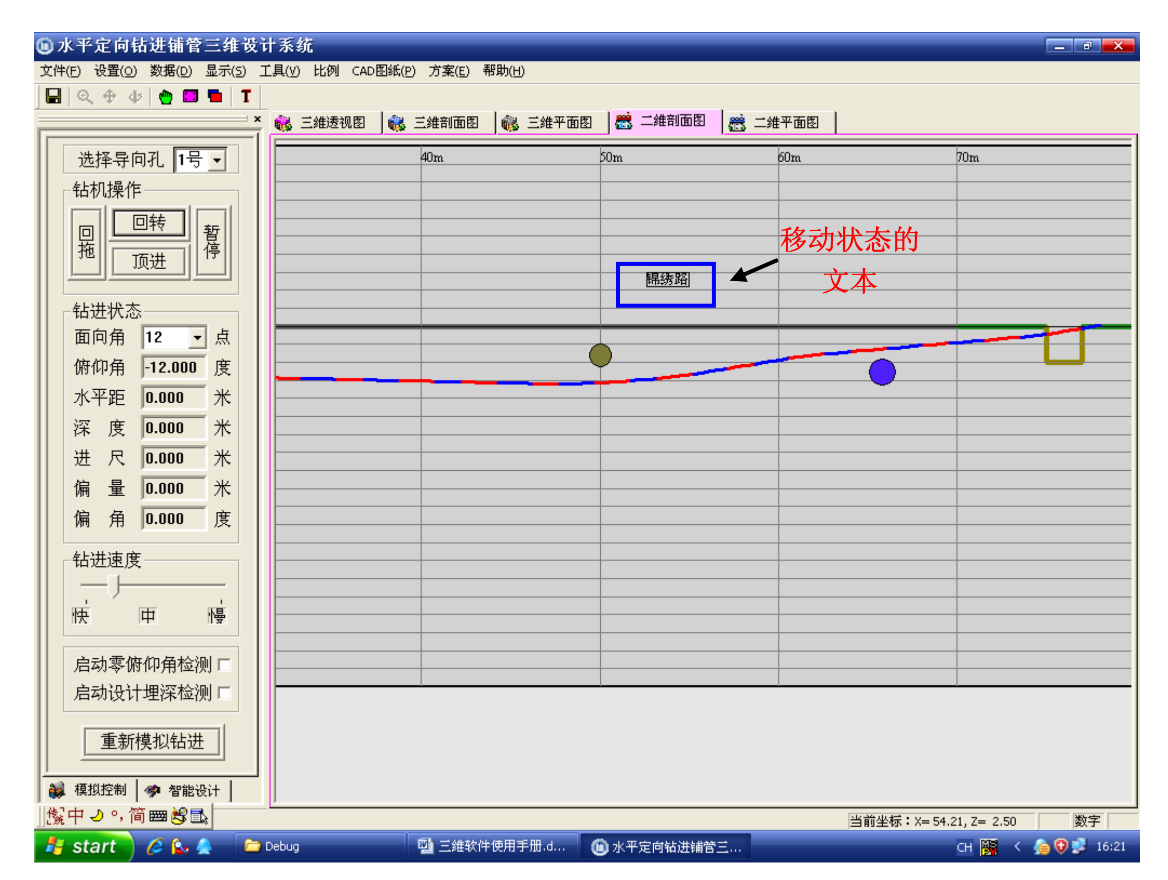

水平定向钻进铺管三维设计系统
文件(F) 设置(O) 数据(D) 显示(S) 工具(V) 比例 CAD图纸(P) 方案(E) 帮助(H)
三维透视图
三维剖面图
三维平面图
二维剖面图
二维平面图
选择导向孔 1号
钻机操作
回拖
回转
顶进
暂停
钻进状态
面向角 12 点
俯仰角 -12.000 度
水平距 0.000 米
深 度 0.000 米
进 尺 0.000 米
偏 量 0.000 米
偏 角 0.000 度
钻进速度
快 中 慢
启动零俯仰角检测
启动设计埋深检测
重新模拟钻进
模拟控制
智能设计
40m
50m
60m
70m
移动状态的
文本
当前坐标：X= 54.21, Z= 2.50
数字
start
Debug
16:21

图 6-7 移动文字

第七章 数据与图形输出

软件提供了对所设计的导向孔轨迹数据和图形打印输出功能。在修改模式和只读模式下都支持数据和图形打印功能。

第一节 数据输出

通过模拟钻进仿真设计或智能辅助设计完成导向孔轨迹设计后，所设计轨迹的坐标和相应的导向控制方案都可以通过相应的菜单项进行查看和打印输出。

一、 设计轨迹数据的输出

选择菜单栏中的<数据>菜单下的<模拟轨迹数据>菜单项，系统将会弹出如图7-1所示的模拟轨迹数据列表框，如果存在模拟设计轨迹，其相应的轨迹数据将会在该列表中显示出来。查看和打印不同导向孔号的模拟设计轨迹（对于多条导向孔的工程），可以通过对话框中的“模拟导向孔号”选项进行设置，改变导向孔号后，列表中的数据会根据选择的情况进行更新。同时提供了两种不同的查看和打印方式：一是详细的轨迹数据，以0.5米为步距显示设计轨迹坐标和相应的导向控制方案；二是以钻杆长度为步距，显示每根钻杆的坐标情况和相应的导向控制指导方案，钻杆长度在机械设备参数中设置。通过对话框中相应的两个单选按钮可以设置查看和打印轨迹数据的模式。

对于设计轨迹数据，提供的参数包括了轨迹某点所处的三维位置坐标（距离、深度和偏距）、进尺、工况、面向角、倾角和偏角。该数据不仅确定了轨迹在三维空间中的形状和位置，而且提供了实现该轨迹相应的导向控制施工方案。



序号	进尺(m)	工 况	面向角	距离(m)	深度(m)	左右(m)	倾角(°)	偏角(°)
1	0.00	回转	-	0.00	1.00	0.00	-12.00°	0.00°
2	0.50	回转	-	0.49	1.10	0.00	-12.00°	0.00°
3	1.00	回转	-	0.98	1.21	0.00	-12.00°	0.00°
4	1.50	回转	-	1.47	1.31	0.00	-12.00°	0.00°
5	2.00	回转	-	1.96	1.42	0.00	-12.00°	0.00°
6	2.50	回转	-	2.45	1.52	0.00	-12.00°	0.00°
7	3.00	回转	-	2.93	1.62	0.00	-12.00°	0.00°
8	3.50	回转	-	3.42	1.73	0.00	-12.00°	0.00°
9	4.00	回转	-	3.91	1.83	0.00	-12.00°	0.00°
10	4.50	回转	-	4.40	1.94	0.00	-12.00°	0.00°
11	5.00	回转	-	4.89	2.04	0.00	-12.00°	0.00°
12	5.50	回转	-	5.38	2.14	0.00	-12.00°	0.00°
13	6.00	回转	-	5.87	2.25	0.00	-12.00°	0.00°
14	6.50	回转	-	6.36	2.35	0.00	-12.00°	0.00°
15	7.00	回转	-	6.85	2.46	0.00	-12.00°	0.00°
16	7.50	回转	-	7.34	2.56	0.00	-12.00°	0.00°

图 7-1 模拟设计轨迹数据列表框

选择好打印输出的导向孔号和打印方式后，点击<打印数据>按钮，系统会显示数据打印预览界面，确认无误后点击上面的<打印>按钮完成数据的打印。图 7-2 为打印输出的设计轨迹三维坐标数据和相应导向控制方案页面。

水平定向钻进铺管三维设计系统
水平钻进导向孔设计轨迹数据表



设计单位：钻井液实验室

工程名称：锦绣路穿越工程

序号	进尺(m)	工 况	面向角	距离(m)	深度(m)	左右(m)	倾角(°)	偏角(°)
1	0.00	回转	-	0.00	0.00	0.00	-12.00°	0.00°
2	0.50	回转	-	0.49	0.10	0.00	-12.00°	0.00°
3	1.00	回转	-	0.98	0.21	0.00	-12.00°	0.00°
4	1.50	回转	-	1.47	0.31	0.00	-12.00°	0.00°
5	2.00	回转	-	1.96	0.42	0.00	-12.00°	0.00°
6	2.50	回转	-	2.45	0.52	0.00	-12.00°	0.00°
7	3.00	回转	-	2.93	0.62	0.00	-12.00°	0.00°
8	3.50	回转	-	3.42	0.73	0.00	-12.00°	0.00°
9	4.00	回转	-	3.91	0.83	0.00	-12.00°	0.00°
10	4.50	回转	-	4.40	0.94	0.00	-12.00°	0.00°
11	5.00	回转	-	4.89	1.04	0.00	-12.00°	0.00°
12	5.50	回转	-	5.38	1.14	0.00	-12.00°	0.00°
13	6.00	回转	-	5.87	1.25	0.00	-12.00°	0.00°
14	6.50	回转	-	6.36	1.35	0.00	-12.00°	0.00°
15	7.00	回转	-	6.85	1.46	0.00	-12.00°	0.00°
16	7.50	顶进	12点	7.34	1.56	0.00	-12.00°	0.00°
17	8.00	顶进	12点	7.83	1.66	0.00	-11.49°	0.00°
18	8.50	顶进	12点	8.32	1.76	0.00	-10.98°	0.00°
19	9.00	顶进	12点	8.81	1.85	0.00	-10.47°	0.00°
20	9.50	顶进	12点	9.30	1.94	0.00	-9.95°	0.00°
21	10.00	顶进	12点	9.79	2.02	0.00	-9.44°	0.00°
22	10.50	顶进	12点	10.29	2.10	0.00	-8.93°	0.00°
23	11.00	顶进	12点	10.78	2.18	0.00	-8.42°	0.00°
24	11.50	顶进	12点	11.28	2.25	0.00	-7.91°	0.00°
25	12.00	顶进	12点	11.77	2.32	0.00	-7.40°	0.00°
26	12.50	顶进	12点	12.27	2.38	0.00	-6.88°	0.00°
27	13.00	顶进	12点	12.76	2.44	0.00	-6.37°	0.00°
28	13.50	顶进	12点	13.26	2.49	0.00	-5.86°	0.00°
29	14.00	顶进	12点	13.76	2.54	0.00	-5.35°	0.00°
30	14.50	顶进	12点	14.26	2.58	0.00	-4.84°	0.00°
31	15.00	顶进	12点	14.75	2.62	0.00	-4.33°	0.00°
32	15.50	顶进	12点	15.25	2.66	0.00	-3.81°	0.00°
33	16.00	顶进	12点	15.75	2.69	0.00	-3.30°	0.00°
34	16.50	顶进	12点	16.25	2.72	0.00	-2.79°	0.00°
35	17.00	顶进	12点	16.75	2.74	0.00	-2.28°	0.00°
36	17.50	顶进	12点	17.25	2.76	0.00	-1.77°	0.00°

设计日期：2008年5月20日　　　　设计人：小刘

共4页/第1页

图 7-2 设计轨迹数据和导向控制方案打印页面

查看和打印智能设计导向孔轨迹的方法与查看可打印模拟设计轨迹的方法相同，只需打开智能设计轨迹数据输出界面。选择菜单栏中的<数据>菜单下的<设计轨迹数据>菜单项，或在设计结果数据对话框中单击<设计轨迹数据>切换按钮即可。

二、 实际轨迹数据的输出

选择菜单栏中的<数据>菜单下的<实际轨迹数据>菜单项，系统将会弹出如图7-3所示的实际轨迹数据列表框，如果存在实际轨迹设计轨迹，其相应的轨迹数据将会在该列表中显示出来。查看和打印不同导向孔号的实际设计轨迹（对于多条导向孔的工程），可以通过对话框中的“实际轨迹孔号”选项进行设置，改变导向孔号后，列表中的数据会根据选择的情况进行更新。对于实际轨迹数据，提供的参数包括了轨迹上某点所处的三维位置坐标（距离、深度和偏距）、进尺、倾角和偏角，其中倾角和偏角的值是系统根据导入的轨迹坐标点自动生成的。



序号	进尺L(m)	距离X(m)	深度Z(m)	左右Y(m)	倾角(°)	偏角(°)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00°	0.00°
2	3.16	3.00	1.00	0.10	-18.43°	1.91°
3	6.33	6.00	2.00	0.20	-18.43°	1.91°
4	9.49	9.00	3.00	0.30	-18.43°	1.91°
5	12.66	12.00	4.00	0.40	-18.43°	1.91°
6	15.82	15.00	5.00	0.50	-18.43°	1.91°
7	18.82	18.00	5.00	0.40	0.00°	-1.91°
8	21.82	21.00	5.00	0.30	0.00°	-1.91°
9	24.82	24.00	5.00	0.20	0.00°	-1.91°
10	27.83	27.00	5.00	0.10	0.00°	-1.91°
11	30.83	30.00	5.00	0.00	0.00°	-1.91°
12	33.83	33.00	5.00	-0.10	0.00°	-1.91°
13	36.83	36.00	5.00	-0.20	0.00°	-1.91°
14	39.83	39.00	5.00	-0.30	0.00°	-1.91°
15	42.83	42.00	5.00	-0.40	0.00°	-1.91°
16	45.84	45.00	5.00	-0.50	0.00°	-1.91°

图 7-3 实际轨迹数据查看输出列表框

选择好打印输出的导向孔号后，点击<打印数据>按钮，系统会显示数据打印预览界面，确认无误后点击上面的<打印>按钮完成数据的打印，图 7-4 为实际轨迹坐标数据打印页表头部分图。

水平定向钻进铺管三维设计系统
水平钻进导向孔竣工轨迹数据表



设计单位：钻井液实验室

工程名称：锦绣路穿越工程

序号	进尺(m)	距离(m)	深度(m)	左右(m)	倾角(°)	偏角(°)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00°	0.00°

图 7-4 实际轨迹数据打印页

三、 原有地下管线数据的输出

选择菜单栏中的<数据>菜单下的<地下管线数据>菜单项，系统将会弹出如图 7-5 所示的地下管线数据列表框。在列表框中除了依次列出了原有地下管线的数据外，还列出了设计钻孔轨迹轴线与原有管线外壁间的距离情况。对每根原有地下管线列出的数据有：管线距输入参照点的距离、管线上壁的埋深、管线轴线的左右偏距（交角为 0 时有效）、交角、尺寸、类型、形状和距钻孔。距钻孔参数显示了原有地下管线外壁到所设计的钻孔轨迹轴线间的距离。如果存在多条钻孔或设计了多条导向孔轨迹可以通过“导向孔孔号”下拉框选择孔号和通过“模拟设计轨迹”、“智能设计轨迹”两个单选按钮选择设计轨迹的类型。选择好轨迹后，系统将会显示出该轨迹与管线外壁之间的距离。如果轨迹没有穿过某地下管线，该管线的“距钻孔”项显示“未经过”；如果轨迹经过，将以正负数值显示设计的轨迹与原有管线外壁的距离，正值表示钻孔轨迹在原有管线的上面，负值则表示钻孔轨迹在原有轨迹的下面，其值均为钻孔轴线到原有地下管线外壁的距离。图 7-5 为原有地下管线数据和模拟设计轨迹与原有地下管线外壁间距情况。通过<打印数据>按钮可以打印输出此数据。



图 7-5 地下管线数据查看输出列表框

第二节 设计图纸输出

当前版本只支持二维剖面图和二维平面图所见即所得的打印输出功能。编辑好二维剖面图和二维平面图后（包括设置的横纵比例），在要打印的二维视图模式下，单击菜单栏中<文件>菜单中的<打印预览>菜单项，系统会显示相应视图的打印预览窗口。图 7-5 和 7-6 分别为二维剖面图的打印预览窗口和二维平面图的打印预览窗口界面。确认无误后，单击<文件>菜单中的<打印>菜单项，完成图纸打印输出。

注：软件还可以与 CAD 文件间进行数据交换，在 CAD 文件中生成图形数据，详细内容见第八章。



图 7-5 二维剖面图打印预览界面

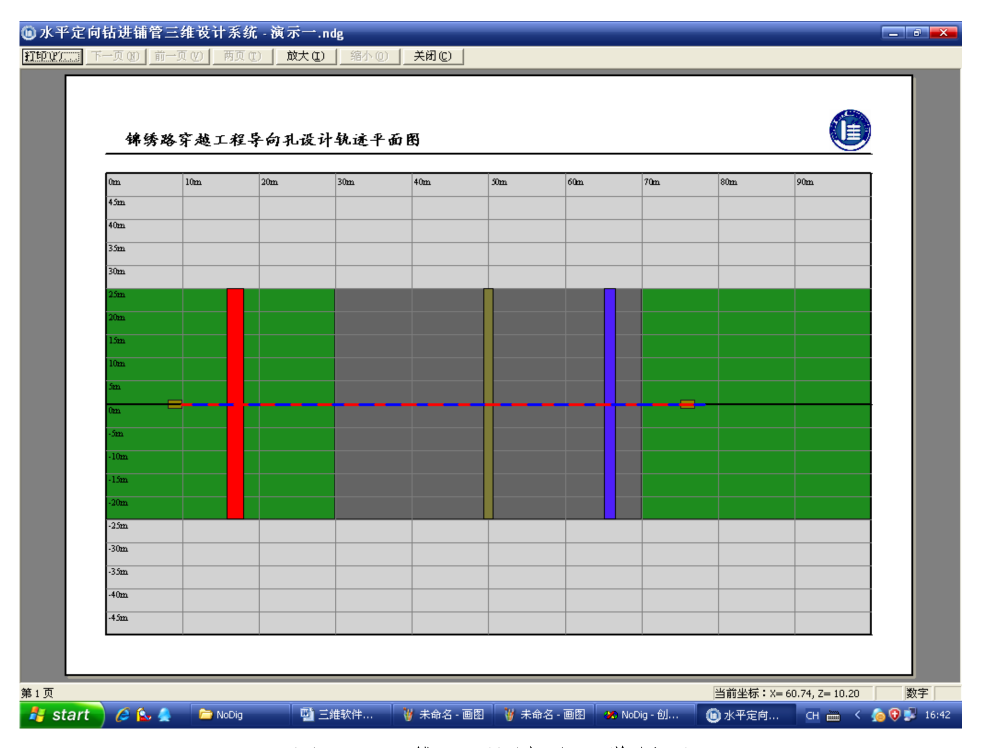


图 7-6 二维平面图打印预览界面

第八章 CAD 文件识别、导入与输出

CAD 文件的操作必需 AutoCAD 软件的支持，本软件支持 AutoCAD2004，AutoCAD2005 以及 AutoCAD2006，中文版和英文版均支持。

第一节 CAD 文件导入

CAD 文件的导入功能主要是对于地下管线 CAD 图中管线相关数据的识别和处理，以及将数据导入到本软件。

一、 CAD 文件格式要求

首先所有应用的文件均为后缀名为 dwg，若为其他格式的 CAD 文件，应该首先转化成后缀名为 dwg 格式的文件。地下管线 CAD 文件中，对于管线的信息按照《城市地下管线探测技术规程 CJJ61-2003，J271-2003》标准中的附图 F.0.2 样图标注，包括管线的管类、规格和埋深。规格项中圆管用直径表示，如管径为 0.3m，标注样式为 DN300，方型管用长×宽表示，如长为 0.6m，宽为 0.5m，标注样式为 600×500，其中‘×’符号不可用‘*’代替。所有文字在 CAD 中的样式为单行文字，不支持多行文字样式，若采用多行文字的样式所有数据将不能识别。表示管类的文字数据按照《城市地下管线探测技术规程 CJJ61-2003，J271-2003》标准中的附录 D 标示，例如，管线为供电管路，标示时可以用‘供电’或者‘电力’表示，不可用‘上电’、‘北电’之类的文字代替。CAD 文件中的图形坐标在本软件中认为是绝对坐标，为便于管线管理，建议采用工程上通用的绝对坐标成图，若用非绝对坐标，需要图形比例尺位为 1：1000，否则数据将产生误差。

二、CAD 文件导入操作

对于新建工程，点击新工程向导中的第六步中的“CAD 导入”按钮，对于已有工程，点击菜单“设置”—>“原有管线数据”对话框中的“CAD 导入”按钮，会弹出寻找文件的“说明”对话框和“打开”对话框，如图 8-1，8-2 所示。

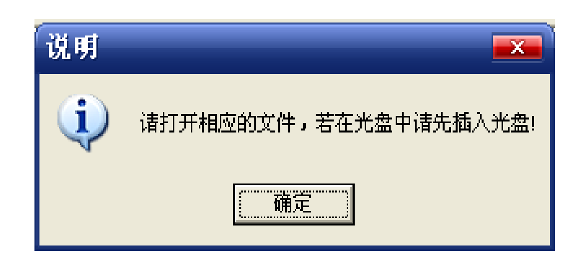


图 8-1 说明对话框

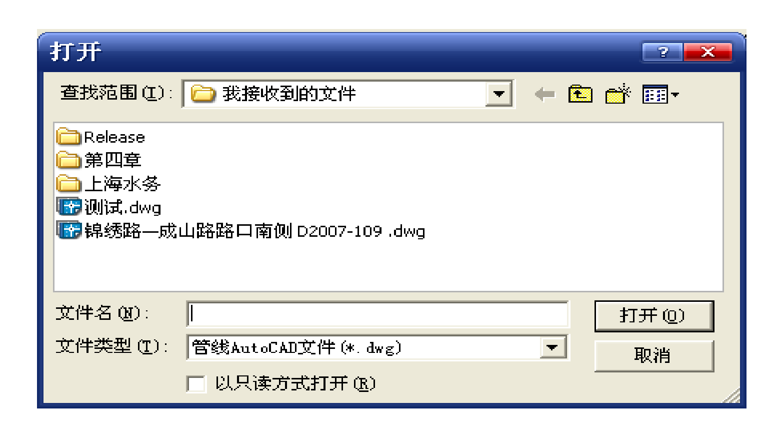


图 8-2 打开对话框

选中文件点击“打开”按钮后，系统内部会自动打开 AutoCAD 软件，若成功会弹出 AutoCAD 的提示对话框，如图 8-3 所示。

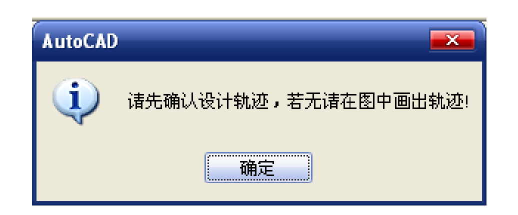


图 8-3 AutoCAD 提示对话框

转入 AutoCAD 软件界面，进行数据拾取工作。首先确认存在初步设计轨迹线，若无先在 CAD 图中画出此线。点击右边工具栏的“数据拾取”按钮，或者敲入“LJOUT”命令（大小写均可），按照命令栏中的提示拾取相应得数据，操作流程如 8-4 所示。若需退出操作，只需按键盘上的“Esc”键即可，再次输入命令即可重新操作，如图 8-5 所示。

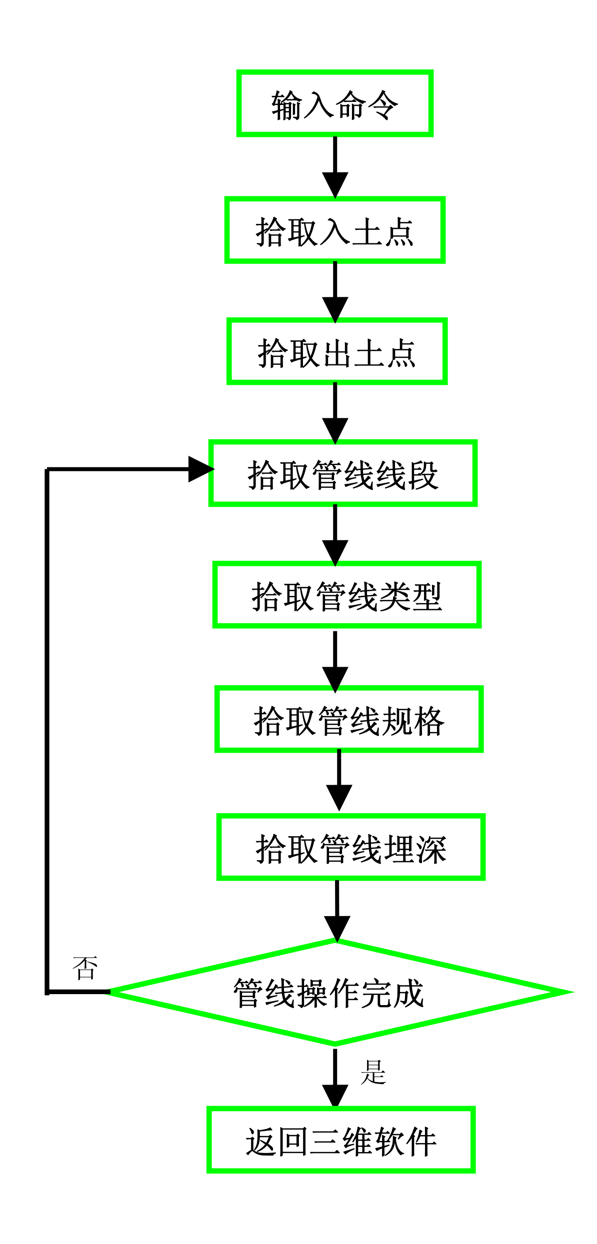


图 8-4 CAD 文件数据导入操作流程

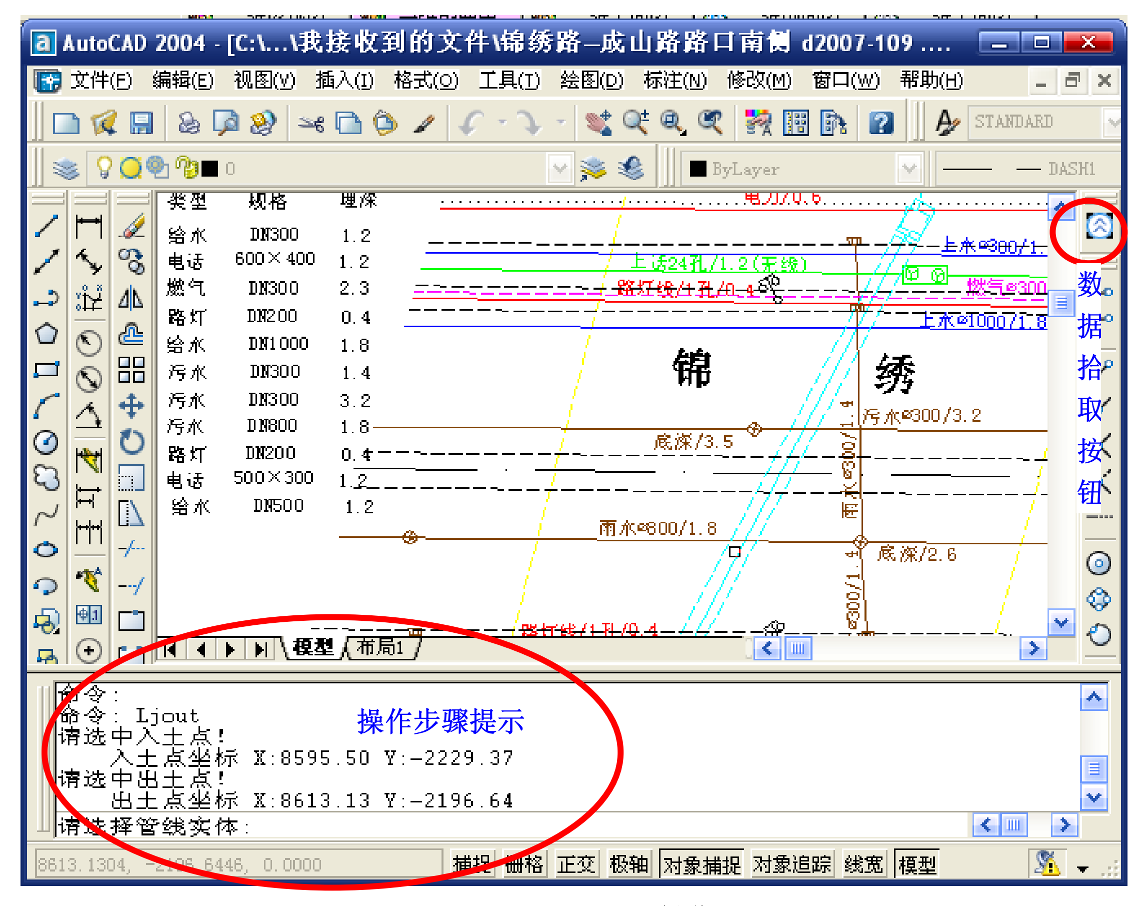


图 8-5 AutoCAD 界面操作图

具体的操作过程如下：

1、首先做轨迹的初步设定，根据设计要求大致确定本次所设计轨迹的入土点和出土点，出土点与入土点的连线即为初定轨迹。入土点和出土点的设定要以施工实施的可能性为原则，即入土点周围的空间能够作为非开挖施工的场地，出土点附近空间也应该适当大，不要过于狭窄。因为初定的轨迹并不是最终的设计轨迹，由于各种条件（主要是地下管线、施工机具等）的影响，最终设计轨迹的出土点可能与初定轨迹的出土点发生较大偏离，另外还要为工程施工误差留下较大的安全系数。在 AutoCAD 软件中用“直线”命令，点中入土点和出土点画出初定轨迹直线。

2、点击视图区右上角工具栏区的“数据拾取”按钮，或者在命令栏中输入“ljout”命令，“ljout”命令的操作和 AutoCAD 软件中的原始命令采用的是相同的机制，按“Enter”键可以重复命令，当命令结束时，在视图区点击右键，在右键菜单中会有“重复数据拾取”选项。按“Esc”键可以在命令执行的过程

中取消操作。实际数据拾取过程中使用一次”ljout”命令就全部操作。

3、命令执行开始后，鼠标的形状变成方形的小框，AutoCAD 软件的命令栏会出现提示，将鼠标移至初定轨迹直线的入土点端并点击，若拾取成功会输出入土点的绝对坐标信息，若拾取失败 AutoCAD 软件会一直停滞在拾取过程中，直到拾取数据成功。如图 8-6 所示，入土点的 X，Y 即为绝对坐标。

命令：*取消*
命令：Ljout
请选中入土点!
    入土点坐标 X:8576.59 Y:-2233.69
请选中出土点!
    出土点坐标 X:8631.29 Y:-2198.84
请选择管线实体：

图 8-6 入土点和出土点绝对坐标

4、拾取管线分为四步，第一步拾取表示管线的直线，主要是和初定轨迹相关的管线，分为与初定轨迹平行的管线和交叉的管线两种。其中平行类型的管线只拾取对轨迹设计有影响的管线，大概是初定轨迹左右 20 米的管线，与初定轨迹相交的需要全部拾取。若管线为多段线，只拾取和初定轨迹相交的部分。拾取成功后命令栏会有管线两端点的绝对坐标，x1，y1，x2，y2。第二步拾取表示管线规格的文字，拾取成功后命令栏会有规格的标准分类信息，例如拾取的是“煤气”类型，输出提示信息为“实现类型数据：燃气管”。第三步拾取表示管线规格的文字，拾取成功后命令栏会显示拾取得原始信息和处理所得数据。第四步拾取表示管线埋深的文字，拾取成功后命令栏显示埋深的实际数据，如图 8-7 所示。

    x2:-2212.47 y2:-2212.32
请选择管线类型数据：
实现类型数据：燃气管
请选择管线规格：
    实现管线规格:DN300
    管线规格直径:0.30
请选择管线埋深：
      实现埋深:2.3
继续拾取管线数据？(是[Y]/否[N]):*取消*

图 8-7 管线拾取得提示

5、操作完成后数据传送至本软件，CAD 文件导入完成，如图 8-8 所示。此时参照点的选择是按系统内部默认的方式，选项变灰不能改动，当参照点选择变灰时，表明此时采用的输入方式为 CAD 文件导入方式。此时管线的距离值是相对

于入土点的，在软件内部会有相应得处理，在工程建立完成后会自动加上入土点的相对坐标值进行修正，不宜修改，如若需要修改，请在工程建立后的工程信息中修改。



图 8-8 CAD 文件数据导入完成

6、当采用的地下管线 CAD 文件没有按照要求格式，则在导入管线数据时，操作流程为正常进行，不提供智能判断功能。非规定格式地下管线 CAD 文件导入完成后，如图 8-9 所示。其中只有距离、左右和交角数据为正确数据，埋深、尺寸、管线类型和形状均为默认值。

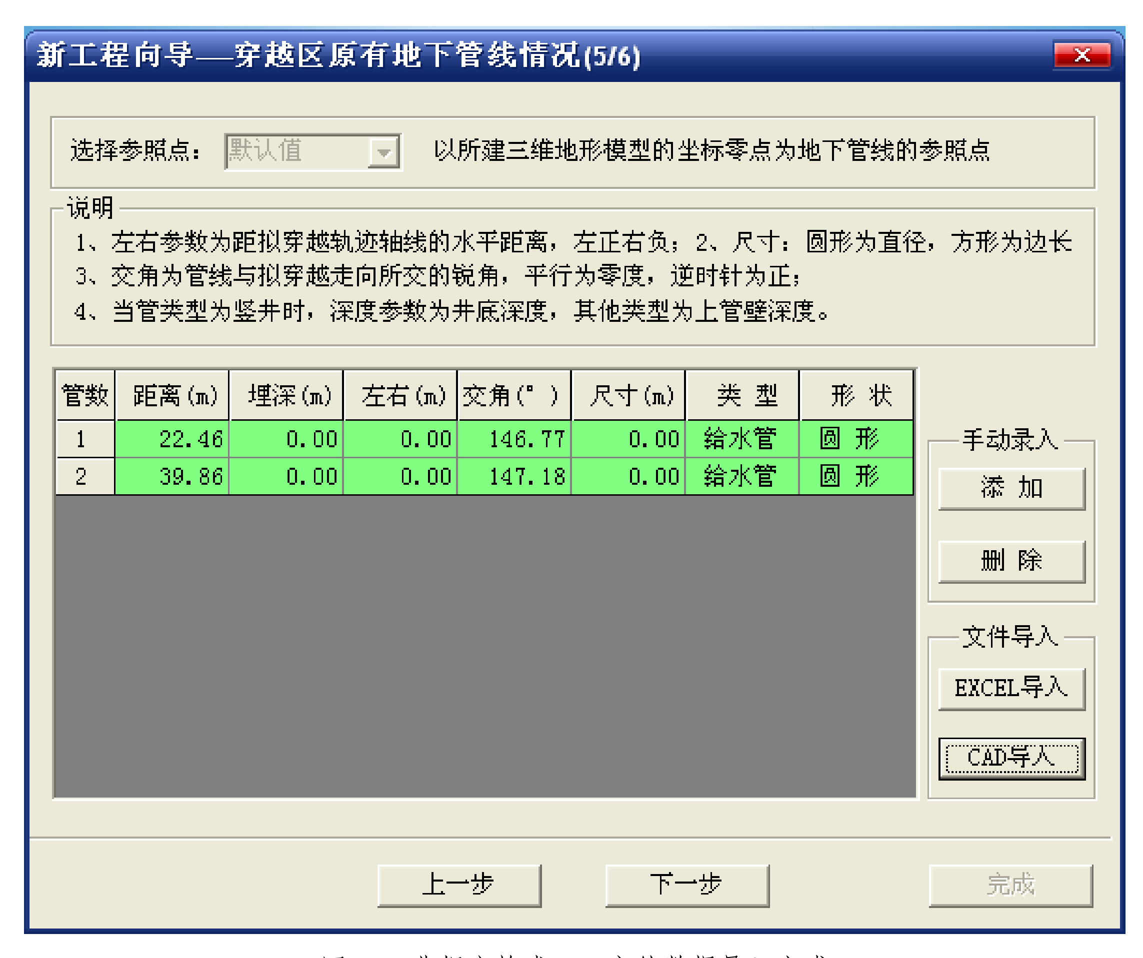


图 8-9 非规定格式 CAD 文件数据导入完成

7、若想运用此时的距离、左右和交角等数据，可以手动改变相应的参数，手动录入改变参数的操作方式如第二章第二节中的第六步。改变后得到的数据在后续的程序中没有任何影响，与规定格式 CAD 文件导入得到数据效果相同。

操作中，点击‘CAD 导入’按钮后，电脑会自动启动 AutoCAD 软件，此时会有长时间等待，若出现如 8-10 所示对话框，多次点击‘切换到’即可启动 AutoCAD 软件。建议启动 AutoCAD 软件后将其关闭，避免此问题发生。

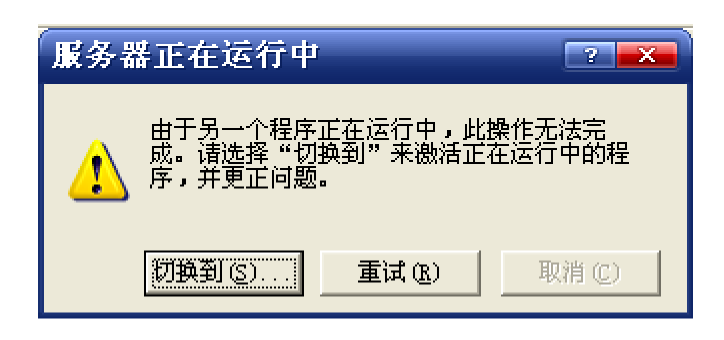


图 8-10 程序切换窗口

第二节 CAD 文件输出

CAD 文件的输出需要有轨迹数据包括各种轨迹 CAD 剖面图和 CAD 平面图,CAD 剖面图包括实际轨迹 CAD 剖面图、模拟轨迹 CAD 剖面图和设计轨迹 CAD 剖面图。CAD 文件输出的操作需要在软件中先选中视图区。剖面图包括入土坑，出土坑，各种管线和轨迹线。首先确认存在相应的轨迹数据，即三维视图中有轨迹存在，点击菜单栏的“CAD 图纸”，下拉选择相应的按钮即可自动生成相应得轨迹剖面图的 CAD 图形文件，例如软件中的新建工程在模拟设计模式下，经过模拟设计得到一个模拟轨迹，然后点击“生成模拟轨迹 CAD 剖面图”，若此时菜单栏为灰色不可用时，只需用鼠标点击视图区，而后菜单即可使用。软件自动打开 AutoCAD 软件生成模拟轨迹的 CAD 文件图，如图 8-11、8-12 所示。

CAD图纸(P)
生成模拟轨迹CAD剖面图
生成设计轨迹CAD剖面图
竣工实际轨迹CAD剖面图
回导模拟轨迹CAD平面图
回导设计轨迹CAD平面图

图 8-11 CAD 图纸菜单栏

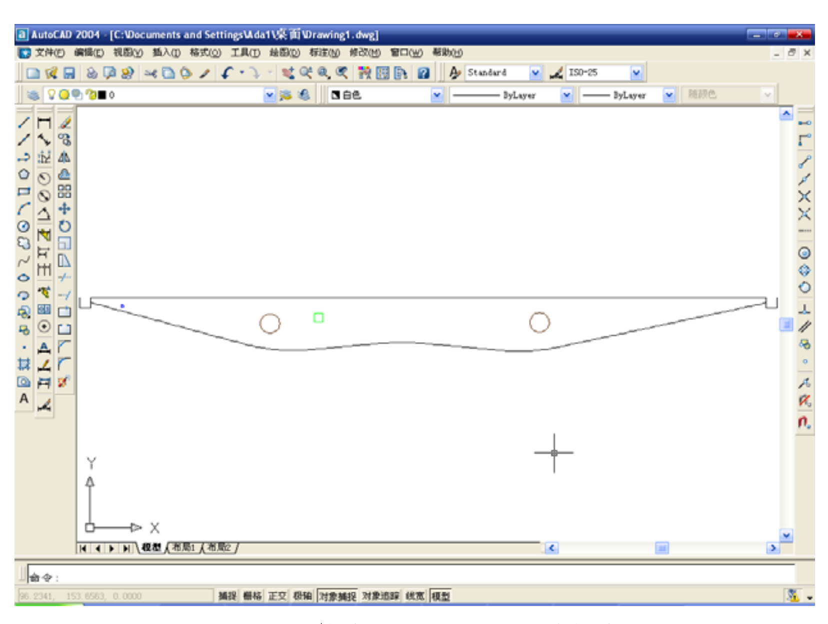


图 8-12 轨迹剖面图 CAD 图形文件

在剖面图生成过程中，管线的数据可以是人工输入、Excel 文件导入和 CAD 文件导入三种方法，其**中采用手动录入方式时，添加管线后若不给数据赋值，即手工引起的误操作，生成轨迹剖面图时会引起程序混乱，不能成功完成轨迹剖面图的 CAD 文件的生成功能**。入土坑、出土坑、管线截面和轨迹均是按设计数值画出，即视图中的各实体是按事物比例绘制，其中管线的颜色按照《城市地下管线探测技术规程 CJJ61-2003，J271-2003》标准附录 D 中的颜色规定，轨迹线是由众多微小直线段组成，并非曲线，因而在图形复制的时候，选取图形不要漏掉。入土坑与出土坑之间的地面采用直线连接，长度为实际的穿越长度。

轨迹 CAD 平面图包括模拟轨迹 CAD 平面图和设计轨迹 CAD 平面图，**CAD 平面图回导的操作中所有管线数据必须由 CAD 文件输入操作得到**，否者不支持实际轨迹 CAD 平面图生成功能，若是由人工手动录入或者是 Excel 文件导入方法得到的管线数据，在点击 CAD 平面图功能按钮时会弹出提示对话框，如 8-13 所示。例如要使用“模拟轨迹 CAD 平面图”功能，首先在建好的三维量化环境中按照设计要求生成模拟轨迹，然后点击“回导模拟轨迹 CAD 平面图”按钮，出现“打开”对话框，选择管线导入的 CAD 原文件，即打开图 8-2 相同的文件，若此时 CAD 原文已经在 AutoCAD 软件中打开，需要先关闭 CAD 原文件，再点击“回导模拟轨迹 CAD 平面图”按钮。生成如图 8-14 所示，其中矩形所覆盖的区域表示三维软件建模所在的区域，矩形框是按设计数据的实际比例画出，即在工程生成时的模拟区域大小，如设置为 100×50×20，则矩形框沿轨迹线方向长度为 100，与之垂直方向的宽度为 50，入土点与近边框的距离即为入土坑在模拟环境中的 x 轴坐标。坐标原点位于出土点与入土点连线的延长线与矩形框的交点，入土点与出土点的连线为 X 轴，与入土点与出土点的连线垂直的方向为 Y 轴，从入土点向出土点看，左边为正，右边为负。生成轨迹图的出土点和入土点会有绝对坐标的标示，如图 8-15 所示。回导设计轨迹 CAD 平面图功能操作先生成设计轨迹，而后操作如回导模拟轨迹 CAD 平面图操作步骤。



图 8-13 缺少数据提示

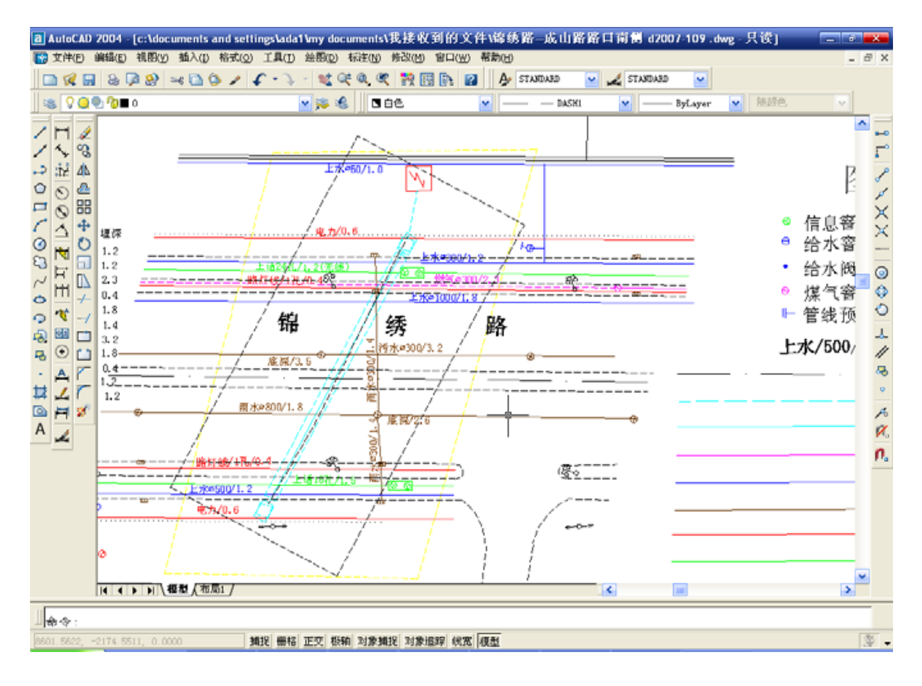


图 8-14 轨迹平面图 CAD 图形文件

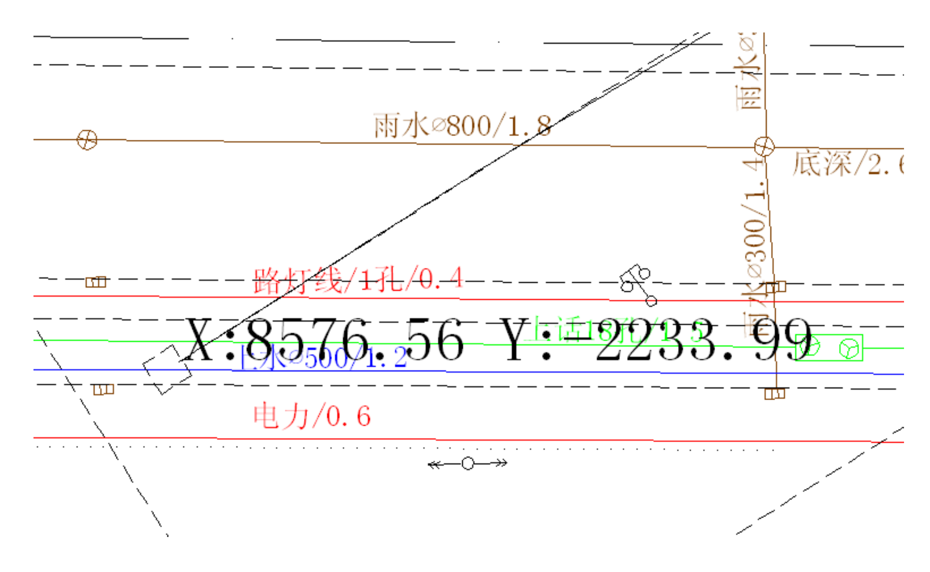


图 8-15 入土点的绝对坐标

CAD 图形生成完成后可以进行保存，若在图形保存操作遇到如图 8-16 所示对话框时，可以多次按键盘上的 ‘ESC’ 键，而后可以正常保存。



8-16 操作失败提示

第九章 设计辅助

第一节 回拖力计算

一、 计算模型

1、卸荷拱土压力计算法

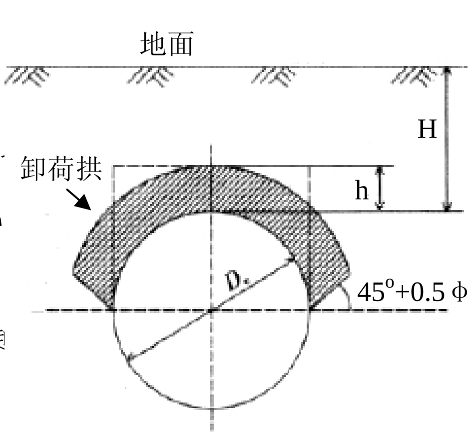


图 9-1 管段上方卸荷拱

卸荷拱土压力计算法的基本思路是：穿越管回拖过程中同时受到孔道上方塌落土的压力和孔承力的作用，管段本身的重量全部由孔底承担（考虑浮力作用）；孔道上方塌落土的压力根据穿越天然卸荷拱的高度进行计算。基本公式为：

$$T=[2P(1+K_a)+P_0]f_gL \qquad (9\text{-}1)$$

T—回拖力，P—单位长度管段所受的土压力，

K_a—主动土压力系数，P_0—单位长度管段的重量，

f_g—管壁和孔壁之间的摩擦系数，L—穿越的管段长度。

2、净浮力计算法

净浮力计算法的基本思路是：穿越管段在孔道内仅受到重力和泥浆浮力的作用。泥浆对管段的净浮力构成对孔道的正压力。基本公式为：

$$T=|P_0-P_f|f_gL \qquad (9\text{-}2)$$

T—回拖力，P_0—单位长度管段的重量，P_f—单位长度管段的重量。f_m—综合摩擦系数，L—穿越的管段长度。

3、计算机模型

计算机模型实际上是软件内部计算的一种模型，并不同于前两种物理模型，计算机模型中的数学关系是前面的两种物理模型。但是在前面的两种物理模型在实际计算的运用中存在两个缺陷：1、计算中没有考虑管段的弯曲形状；2、穿越管段的总长度值不够精确。计算机模型应用微分的原理，将穿越的轨迹分成许多微段，对于每一个微段进行计算，最后叠加起来。

二、 操作流程

回拖力计算首先需要设计好轨迹，在程序中以模拟轨迹优先，即程序中若同时存在模拟轨迹和智能设计轨迹时，回拖力计算值代表模拟轨迹所确定的回拖力。只有在软件中只存在智能设计轨迹时，回拖力计算值代表智能设计轨迹所确定的回拖力。

方案(E)
回拖力计算
工程概预算
方案总信息

图 9-2 方案菜单

首先点击菜单栏中的“方案（E)”菜单下的“回拖力计算”，如图 9-2 所示。若不存在任何轨迹，将弹出提示对话框，如图 9-3 所示。若已经设计好轨迹后，将弹出回拖力计算对话框，如图 9-4 所示。

管道外径参数：铺设管材的外径，单位为米。

管道内径参数：铺设管材的内径，单位为米。

扩孔直径参数：某一级扩孔的直径，单位为米。建议采用终孔直径，得到最大回拖力。

管道长度参数：实际轨迹所确定的总长度值，若轨迹设计好时，此参数由系统自动生成默认总长度值，此时可以手动修改，建议保留。

管材材料类型参数：管材材料类型总共有四种，PVC、PE、PPR 和钢，通过下拉框选择。

泥浆密度参数：所有泥浆的密度，单位为 g/cm^3，系统会默认一个值，可以根据需要进行修改，一般在 1～1.2g/cm^3。

摩擦系数参数：孔壁与管材的摩擦系数，无量纲，一般取 0.2～0.3。系统会默认一个值，可以根据需要进行修改。

综合摩擦系数参数：综合所有因素的摩擦系数，无量纲，一般取 0.5～0.8。系统会默认一个值，可以根据需要进行修改。

依照条目输入参数。点击数值框右边的“?”按钮，在对话框下部的文字提示框中会有相关的说明。然后选择相应的计算模型，卸荷拱土法和净浮力法。点击计算时，下面的提示框会有对于选择算法的说明。



图 9-3 轨迹设计提示

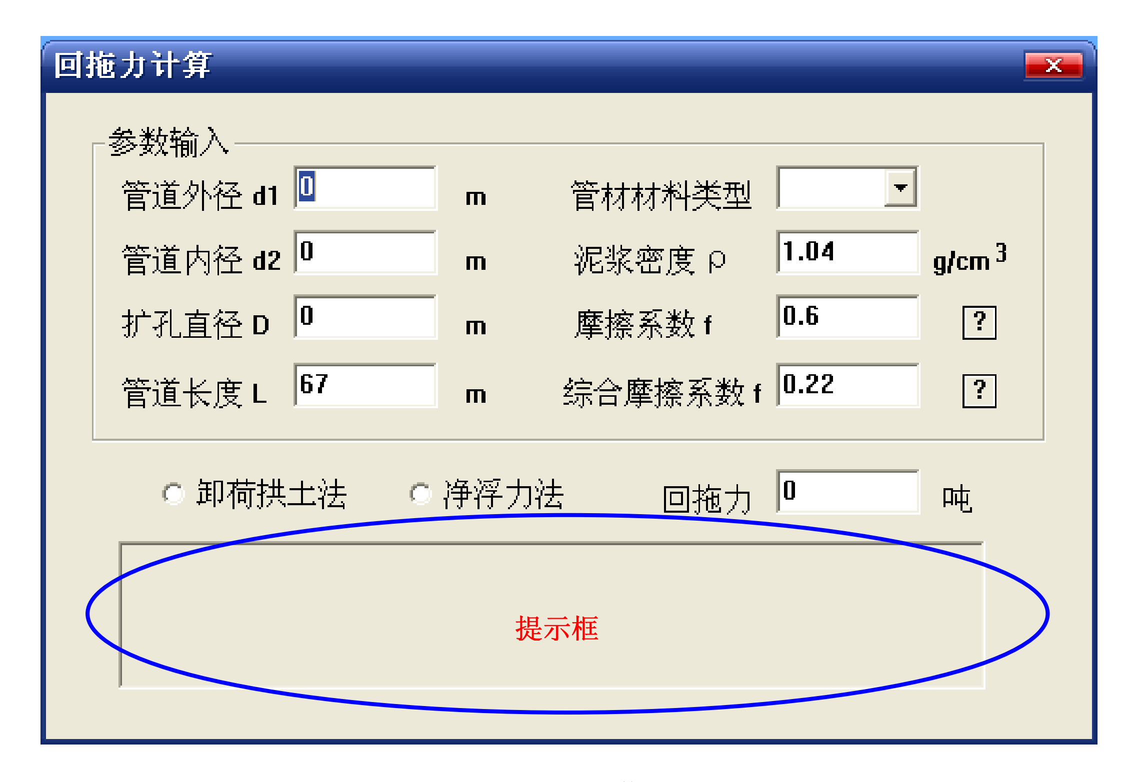


图 9-4 回拖力计算对话框

第二节 工程概预算

一、 预算总构成

工程预算总体包括直接费、间接费、利润、劳动保险、工程特殊费用和税金。

直接费用组成包括人工费、材料费、机械费和措施费。

人工费又分为技工费和普工费。技工费用指司钻、导向员、测量员、焊接工等技术工人的人工费。普工费用指现场除技工外其它工人费用包含：基本工资、工资性补贴、福利费和劳动保护费等。

材料费包括管材、泥浆材料和辅助材料的费用。管材指拟铺设管道，管材费

用由甲方提供，不列入本次预算内容。泥浆材料包含构成泥浆的所有配方材料。其构成包括膨润土、各添加剂、工业用水等，预算中按泥浆体积计价。辅助材料指手套、纱布、尼龙绳等其它辅助材料。

机械费包括钻机折旧费、挖土机使用费、载重汽车、吊车、大修理费、经常修理费、安拆费及场外运费、燃料动力费、养路费及车船使用费、钻头耗损费、发电机、镐头机和导航仪探测费。折旧费指共计写在规定的使用年限内，陆续收回其原值及购置资金的实间价值。大修理费指施工机械大修理间隔台班进行必要的大修理，以恢复其正常功能所需的费用；经常修理费指施工机械出大修理以外的各级保养和临时故障排除所需的费用，包括为保障机械正常运转所需替换设备与随机配备工具附具的摊销和维护费用、机械运转中日常保养所需润滑与擦拭的材料费用及机械停滞期间的维护和保养费用等。大安拆费是指一般施工机械（不包括大型机械）在现场进行安装与拆卸所需的人工、材料、机械何时运转费用以及机械辅助设施的折旧、搭设、拆除等费用。场外运输费是指一般施工机械（不包括大型机械）整体或分件自停放场地运指施工场地或由一施工场地运至另一施工场地的运输、装卸、辅助材料及架线等费用。燃料动力费指施工机械在运转作业中所消耗的固体燃料（煤、木柴）、液体燃料（汽油、柴油）及水、电等。养路费及车船使用费指施工机械按照国家和有关部门规定应缴纳的养路费、车船使用税、保险费及年检费等。钻头耗损费指导向钻头、扩孔钻头在施工过程中的耗损费。挖土机使用费挖土机在现场开挖入土坑和出土坑所发生的费用。通常按一个台班计。载重汽车进出场运输费用，通常按2个台班计。吊车用于钻机运输、就位等。通常按2个台班计。发电机用于现场发电，工作量按实际施工工期计。镐头机用于开凿入土坑和出土坑，工作量按一个台班计。导航仪探测费导航仪在导向孔施工过程中探测地下探头的费用，工作量按点计，通常为45元/点，探测密度为1米/点。

措施费包括安全施工费、文明施工费、环境保护费、临时设施费和夜间施工增加费。安全施工费指施工现场安全施工所需要的各项费用。文明施工费指施工现场文明施工所需要的各项费用。环境保护费指施工现场为达到环境部门要求所需要的各项费用。临时设施费指施工企业为进行建筑工程所必需打折的生活和生产用的临时建筑物、构筑物和其他临时设施费用等临时设施费，包括：临时宿舍、

文化福利及公用事业防务与构筑物，仓库、办公室、加工厂以及在规定范围内道路、水、电、管线等临时设施和小型临时设施。临时设施费包括：临时设施的打折、维修、拆除费或摊销费。

间接费包括规费和企业管理费。

规费包括工程排污费、工程定额测定费、社会保障费、住房公积金和危险作业意外伤害保险。工程排污费指施工现场按规定缴纳的工程排污费。工程定额测定费指按规定支付工程造价管理机构的定额测定费。

企业管理费包括管理人员工资、办公费、差旅交通费、固定资产使用费、劳动保险费、冬雨季施工增加费、生产工具用具使用费、工程定位复测点交、场地清理费、远地施工增加费和协调费。工程排污费指施工现场按规定缴纳的工程排污费。工程定额测定费指按规定支付工程造价管理机构的定额测定费。劳动保险费只由企业支付离退休职工的易地安家补助费、职工退休金、六个月以上的长病假人员工资、职工死亡丧葬补助费、抚恤费、按规定支付给离退休干部的各项经费。冬雨季施工增加费指在冬雨季施工期间所增加的费用，包括冬季作业、临时取暖、建筑物门窗洞口封闭及防雨措施、排水、功效降低等费用。生产工具用具使用费指管理使用的不属于固定资产的生产工具、器具、家具、交通工具和检验、试验、测绘、消防用具等的购置、维修和摊销费。场地清理费是指清理施工现场的费用，包括废浆、土方回填和外运等费用。远地施工增加费指远离基地施工所发生的管理人员和生产工人的调迁旅费、工人在途工资及中小型施工极具、工具仪器、周转性材料、办公和生活用具等的运杂费。

二、 操作流程

首先点击菜单栏中的“方案（E）”菜单下的“工程概预算”选项，弹出概预算对话框如图9-5所示。和回拖力计算一样，工程概预算以模拟设计轨迹为优先。铺管长度参数在没有轨迹设计的时候，默认值为100，当轨迹设计好以后，软件会自动计算出轨迹的总长度并显示出来。钻机吨位参数在进行回拖力计算后由系统自动生成，在回拖力计算时，由于两种计算方法的计算结果是不一样的，软件按照安全为原则，选择两者中的较大值。

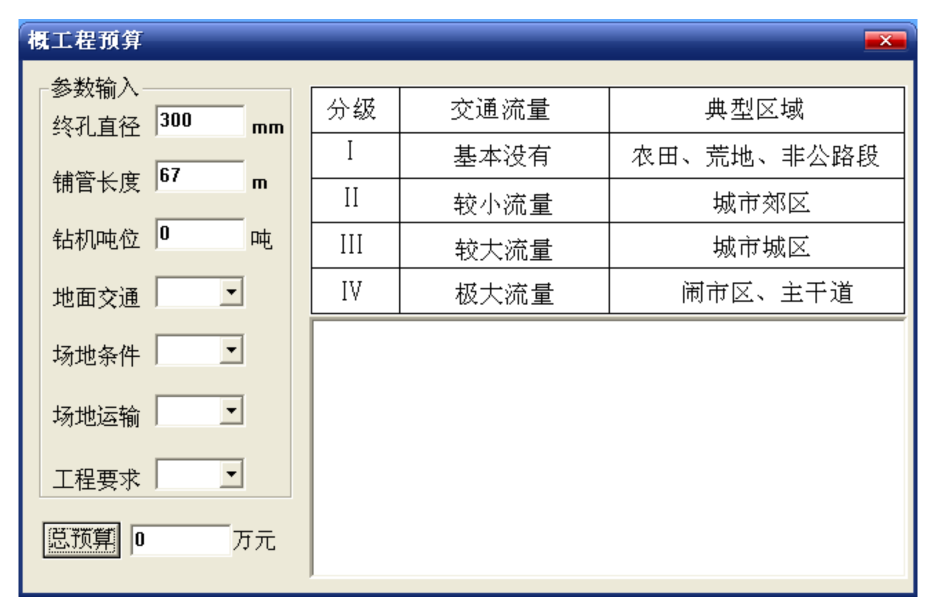


图 9-5 工程概预算对话框

对话框左上的表格是分级的标准，当点击地面交通、场地条件、场地运输和工程要求时，表格的内容会根据点击选择的分级方式进行变化。例如点击“场地条件”的下拉框时，表格会变成场地条件的分级表格，如图 9-6 所示。

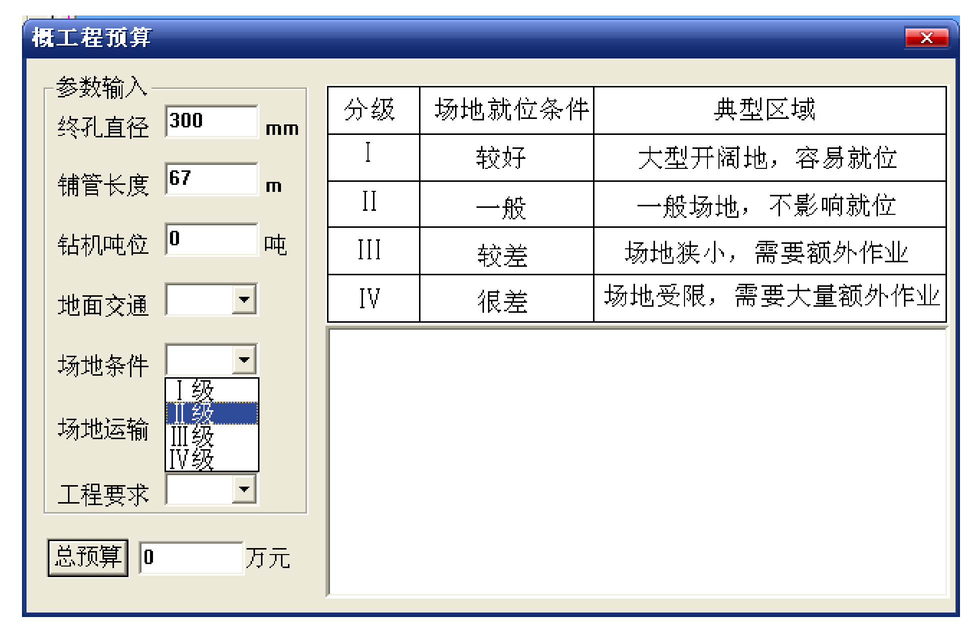


图 9-6 表格内容

工程概预算中还考虑了地下管线，地质条件的影响因素，地下管线的影响因素参数由输入的地下管线情况所决定，地质条件的影响因素由输入的土性参数结合实际轨迹所确定，在程序外观上是不可见的，由程序内部自行处理。输入数据

完成后，点击“总预算”按钮，在对话框的右下角给出直接费的柱状图，如图9-10所示。本工程预算完全按照《〈工程勘察收费标准〉2002年修订本》标准计算。

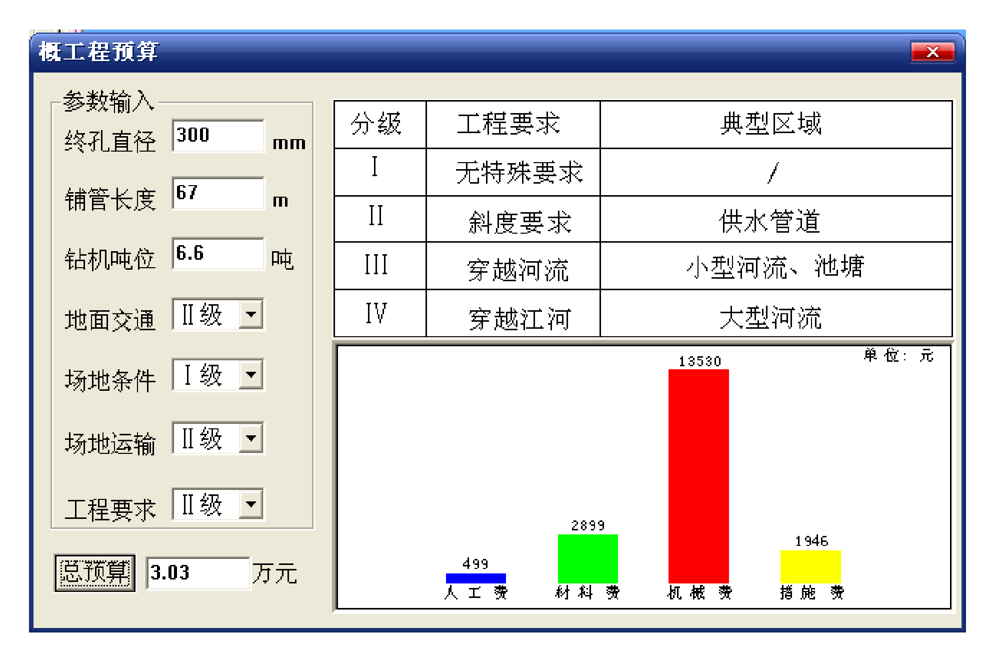


图 9-10 直接费构成的柱状图

第三节 设计结轮

设计结论包括工程管材类型、入土点绝对坐标、出土点绝对坐标、入土角、出土角、穿越的总长度、穿越地层的情况、原有地下管线、计算回拖力和工程成本概预算。工程管材类型由回拖力计算时选择的管类所决定，将前后的数据对应起来。入土点绝对坐标和出土点绝对坐标只在管线数据由CAD图形文件导入的情况下才会有数值，如果管线数据不是由CAD图形文件导入所得，入土点绝对坐标和出土点绝对坐标均显示为0值。入土角、出土角和穿越的总长度由实际的轨迹所确定，穿越地层情况由实际轨迹和地层数据所决定，原有地下管线由管线数据决定，回拖力计算和工程成本概预算需要有前面对回拖力和工程成本的操作，如本章一二两节的操作。

首先点击菜单栏中的“方案（E）”菜单下的“方案总信息”选项，弹出概预算对话框如图9-11所示。

图 9-11 结论信息窗口

结论信息窗口中所有数据均为只读形式，不可更改。选择相应的设计类型，会出现对应设计轨迹的总信息，如果不存在对应轨迹，例如程序中只有模拟设计轨迹或者不存在任何设计轨迹时，点击“智能设计”按钮，会弹出如 9-12 所示警告对话框。最终结论形式如图 9-13 所示，其中穿越地层情况一栏，将根据输入的地层总数，将每一层中穿越的距离总长显示出来。



图 9-12 缺少数据提示

图 9-13 最终结论显示

点击设计结论窗口中的“设计文件”按钮，会跳转到 Word 文本文件，里面有设计的范本，依照条目分别填写。填写完成后保存时，需要用“另存为”选项。

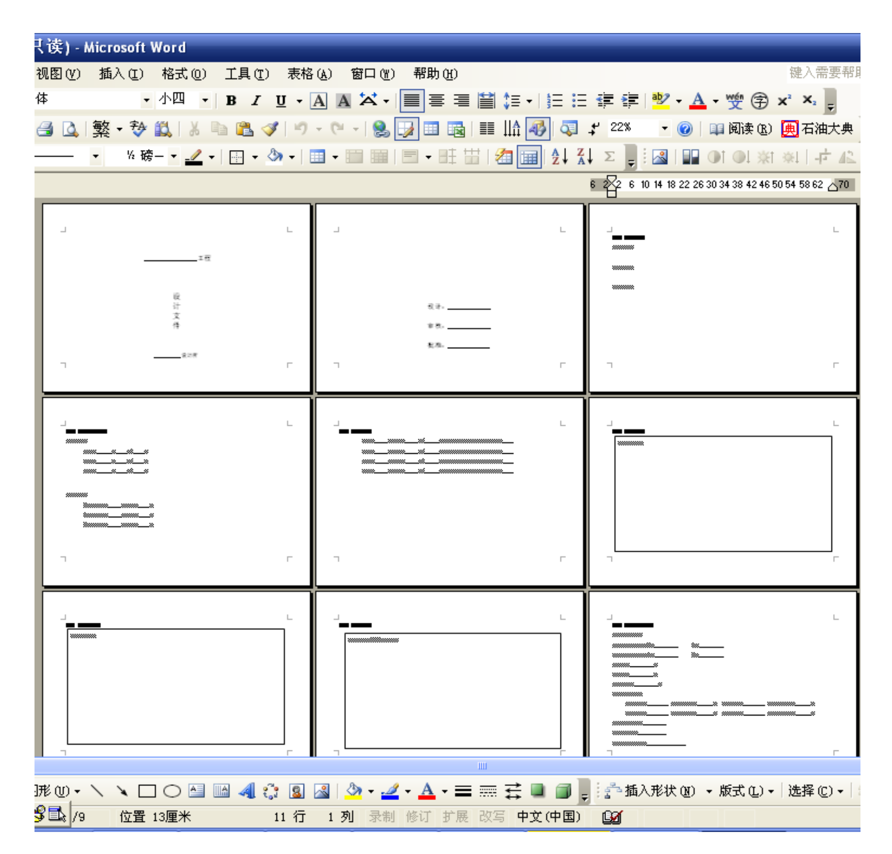

读) - Microsoft Word
视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 表格(A) 窗口(W) 帮助(H)
小四
22%
阅读(R)
石油大典
插入形状(N) 版式(L) 选择(C)
/9 位置 13厘米 11 行 1 列 录制 修订 扩展 改写 中文(中国)

图 9-14 设计文件总览